



**Dynamique holocène du paysage et mobilités des pratiques territoriales au mont Lozère (Massif central, France) : Approche paléoenvironnementale multi-indicateurs à haute résolution spatio-temporelle**

Gabriel Servera-Vives

► **To cite this version:**

Gabriel Servera-Vives. Dynamique holocène du paysage et mobilités des pratiques territoriales au mont Lozère (Massif central, France) : Approche paléoenvironnementale multi-indicateurs à haute résolution spatio-temporelle. Géographie. Université de Limoges; Universitat de Barcelona, 2014. Français. NNT : 2014LIMO0031 . tel-01130354

**HAL Id: tel-01130354**

**<https://theses.hal.science/tel-01130354>**

Submitted on 11 Mar 2015

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# THÈSE EN COTUTELLE

## UNIVERSITÉ DE LIMOGES

ÉCOLE DOCTORALE 526 Sociétés et Organisations  
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines

## UNIVERSITAT DE BARCELONA

Programme de doctorat «Societat i Cultura»  
Facultat de Geografia i Historia

Thèse pour obtenir les grades de  
**Docteur de l'Université de Limoges en Géographie**  
**Docteur de l'Universitat de Barcelona en Histoire**

**«Dynamique holocène du paysage et mobilités des pratiques territoriales  
au mont Lozère (Massif central, France) : approche paléoenvironnementale  
multi-indicateurs à haute résolution spatio-temporelle»**

*Evolución del paisaje holoceno y movilidad de las prácticas  
humanas en el Mont Lozère (Macizo Central, Francia):  
estudio paleoambiental multi-proxy a alta resolución espaciotemporal*

Vol. 1 Texte

**Gabriel Servera Vives**

Thèse dirigée par Philippe Allée, Santiago Riera Mora et Yannick Miras

**Soutenue le 12 décembre 2014**

### COMPOSITION DU JURY

**Philippe ALLÉE**

Professeur, Université de Limoges, Géolab (UMR-6042, CNRS)

Directeur

**Didier GALOP**

Directeur de Recherche CNRS, GEODE (UMR-5602), Université Toulouse - Jean Jaurès

Rapporteur

**Fátima FRANCO MÚGICA**

Professeure, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología

Rapporteure

**Anna Maria MERCURI**

Professeure associée, Università degli studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze della Vita

Examinatrice

**Yannick MIRAS**

Ingénieur de Recherche CNRS, Géolab (UMR-6042), Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

Directeur

**Santiago RIERA MORA**

Professeur, Universitat de Barcelona, Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques

Directeur

**Alain TRINTIGNAC**

Service d'Archéologie Préventive de Bourges Plus. Chercheur associé, Laboratoire Archéologie et Territoires, CITERES (UMR-7324, CNRS), MSH Villes et Territoires, Tours

Examineur







*Le seul véritable voyage, le seul bain de Jouvence, ce ne serait pas d'aller vers de nouveaux paysages, mais d'avoir d'autres yeux, de voir l'univers avec les yeux d'un autre, de cent autres, de voir les cent univers que chacun d'eux voit, que chacun d'eux est [...]*

Marcel Proust  
*La Prisonnière* (1923)



## AGRADECIMIENTOS

Esta tesis doctoral es el mayor de los proyectos en el que me he implicado a lo largo de mi vida. Puesto que se trata de un trabajo de cinco años, son numerosas las personas a las que quiero agradecer su ayuda, apoyo y consejos que me han enriquecido no solo profesionalmente sino también a título personal. Una tesis doctoral no es solo un proyecto profesional sino también personal que te permite establecer contacto y, en muchos casos, amistad con muchos de los colegas que vas cruzando a lo largo del camino.

En primer lugar quiero mostrar toda mi gratitud a mis directores de tesis: Philippe Allée, Santiago Riera y Yannick Miras. Quiero agradecer a Philippe Allée su entusiasmo con este proyecto de tesis, su implicación y su buena acogida ya desde los prolegómenos de este proyecto. Gracias por aportarme un enfoque geográfico y más transversal a mi trabajo y a mi formación. En lo personal, gracias por hacerme más comprensible la administración francesa y por sus recomendaciones de jazz. A Santiago Riera quiero agradecerle su determinante confianza en mí y en mi trabajo, el haberme formado como palinólogo ya durante mi DEA. Gracias por haberme escuchado y orientado en mis numerosos momentos de duda o confusión, por ser lo que hoy se calificaría como un *coach* y por impulsar mi trabajo cuando ha sido necesario. A Yannick Miras quiero agradecerle su paciencia y sacrificio en este trabajo, sus críticas constructivas, sus consejos y su voluntad de hacerme mejor palinólogo e investigador. Le agradezco su implicación en mi formación ya en mis primeras andaduras como palinólogo en Barcelona y por abrirme puertas cuando otras se cerraban. Mis tres directores de tesis han contribuido a mejorar intensamente mi trabajo y mi formación como investigador.

Quiero mostrar también mi gratitud a todos los miembros del tribunal que han aceptado leer y evaluar este trabajo.

Por otra parte, quiero mostrar mi gratitud a Geolab y a sus directores de Clermont Ferrand y Limoges por hacerme partícipe del gran equipo de personas y profesionales que compone este grupo de investigación. Gracias a Jean-Luc Peiry por su buena acogida y las facilidades recibidas desde mi llegada. Quiero agradecer de igual modo a Frédéric Richard por su

atención y amabilidad, por su esmero en facilitar la formación de los doctorandos y por encontrar las palabras justas en los momentos que así lo requieren. Quiero mostrar mi agradecimiento también al SERP de la Universidad de Barcelona por la acogida y facilidades dadas en mi formación como palinólogo.

Esta tesis no habría sido posible sin la ayuda financiera de la *Région Limousin* que, mediante una beca predoctoral, me ha permitido la realización de este trabajo en las mejores condiciones posibles. Quiero mostrar un sincero agradecimiento a Claire Buisson y Dorian Guillon por su amabilidad y eficacia que ha facilitado enormemente todas las gestiones administrativas de la tesis. Mi infinito agradecimiento a Claire Buisson y Fina Iglesias, puesto que han sido las auténticas piezas clave en el complejo puzzle que supone montar una tesis en cotutela. También quiero agradecer al *Programme Artemis* y al *Centre de Datation par le Radiocarbone* (UMR 5138 CNRS/Université Lyon 2 Archéométrie et Archéologie) por haber financiado una datación de este trabajo.

A toda la gente del *PCR-Mont Lozère* por compartir sus conocimientos y enriquecer este trabajo, en especial a Béatrice Cauuet, Nicolas Minvielle, Sandrine Baron, Alain Ploquin y Marie Bal-Serin. También al *Parc National des Cévennes*, en especial a Frank Duguépéroux, por facilitarme información sobre la vegetación de las turberas estudiadas.

A Alain Trintignac por su ayuda desinteresada y la buena recepción de mi trabajo. Por ayudarme a mejorar el contexto arqueológico, facilitarme bibliografía y hacerme más accesible el conocimiento arqueohistórico sobre el Mont Lozère. Gracias a María Pulido por su accesibilidad, por compartir las informaciones de su tesis doctoral conmigo que han ayudado a mejorar este manuscrito. También a Alain Beyneix por sus interesantes comentarios en la interpretación de las fases neolíticas y a Laurent Rieutort por su trato afable y por facilitarme cuantiosa información histórica sobre el Lozère.

Este trabajo se ha beneficiado de las conversaciones y comentarios de numerosos colegas de formaciones muy diversas y que no han hecho sino enriquecer el discurso y mi formación investigadora y cultural en general. Así pues, quiero mostrar un gran agradecimiento a Sandrine Paradis-Grenouillet por todo el conocimiento que me ha facilitado sobre el Mont

Lozère, por todas las discusiones interesantes que hemos tenido y por ayudarme a integrarme desde el primer día a la vida en Limoges. De mi estancia con ella en la sala de microscopia guardo grandes recuerdos profesionales y personales. Gracias a tantas otras personas de Geolab por recibirme con los brazos abiertos y por hacerme sentir arropado y como en casa en todo momento durante mi estancia en Limoges. En especial quiero agradecer el apoyo y ayuda de Romain, Julien, Muriel, Greta, Pauline, Jean Phi, Edwige, Amy y Cécilia quienes hoy en día se han convertido en verdaderos amigos. Gracias por darme cobijo en vuestras casas siempre que ha sido necesario. Merci les amis!

A toda la gente del entorno de Ca'n Santi. Gracias a Llorenç Picornell y Andrés Currás por todas las discusiones que hemos tenido a lo largo de todos estos años en la universidad, en casa, en las largas jornadas de microscopía, en el laboratorio e incluso en bares. Ambos saben perfectamente lo importante que es este trabajo para mí y su apoyo absoluto así lo ha mostrado. Gracias también a Yolanda Llergo por las interesantes conversaciones y su apoyo, por hacer que el trabajo de microscopio sea más llevadero. Gracias a Ana Ejarque y Hèctor Orengo por todas vuestras aportaciones no solo en la tesis sino también en tantas otras investigaciones realizadas y por servirme de ejemplo en mi trabajo de investigador. Quiero agradecer muy especialmente a Ramon Julià, por todo lo que me ha enseñado durante todos estos años, su paciencia en hacerme comprender mejor los datos geoquímicos y sedimentológicos y sus consejos sobre la vida en general. Ramon ha sido un apoyo científico muy importante en esta tesis y en mi formación. También quiero gratificar la ayuda de Josep Maria Palet y Arnau Garcia por todo el trabajo arqueológico realizado en el Mont Lozère junto a Hèctor Orengo.

Quiero agradecer igualmente a mis dos “padres arqueológicos”, Bartomeu Salvà y Manuel Calvo por introducirme en el mundo de la arqueología y por enseñarme tantísimo desde que tenía quince años. También a los otros miembros del equipo de Closos: Joan, David y Llorenç. Mil gracias por vuestro apoyo y confianza en todos estos años, y por tanto que hemos compartido. También a otros compañeros de carrera tan importantes en mi vida: Montse, Serra y Magdalena. A mis amigos y numerosos compañeros de piso que han escuchado mis quejas y me han animado a continuar en el camino: Miquel Dapena, Jordi, Marga, Julià, Xisca Domenge, Albert, Borja, Sureda, Riera, Tòfol, Rosa, Amandine, Aina,

Llorenç Picornell, Sonia, Andrés, Neus, Judith, Monedero, Lua y Ripoll. Gracias a Marc Alcover por su ayuda en temas de diseño y fotografía.

Quisiera completar la lista de agradecimientos con una breve mención a otras personas que de una manera u otra han contribuido a la consecución de este trabajo: Núria Duran, Alexandre Poiraud, Daniela Festi, Pierre Goubet, Frédéric Surmely, Violaine Nicolas, Manon Cabanis, Graziella, Fabien, Gabrielle, Vanessa Py, David Étienne, Alba Valenciano, Carme Coch, Stéphane Herbette, Stéphane Rocher, Marta Miñarro y Mònica Baró.

Gracias a mi familia. A mis padres y hermanos por vuestro apoyo en los buenos y no tan buenos momentos. Por vuestra confianza. En especial gracias a mi madre que ha sufrido casi tanto como yo el sacrificio personal que implica una tesis doctoral. A mis abuelos por enseñarme a amar el pasado para entender mejor el presente, por transmitirme su conocimiento, cariño y *savoir faire*. Finalmente, a ti Clara por tu presencia, tus ánimos y tu apoyo incondicional en el día a día durante este extenso periodo de redacción. Por haber creado una simbiosis perfecta entre tus años de residencia y los míos de tesis. Moltes gràcies per tot!

Para acabar, quiero dar las gracias a aquellas personas a las que no he mencionado, por descuido o falta de memoria, y que me han ayudado en mi trabajo.

# ÍNDICE

## AGRADECIMIENTOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	Marco administrativo: el proyecto de investigación Mont Lozère.....	3
1.2	Marco conceptual del estudio.....	5
1.2.1	La palinología y la historia de los paisajes culturales. ....	5
1.2.2	Estudios polínicos integrados en contextos de montaña. ....	9
1.3	Objetivos y planteamientos.....	11
2	ANTECEDENTES: LOS ESTUDIOS POLÍNICOS EN EL MONT LOZÈRE Y LOS INTERROGANTES VIGENTES .....	13
2.1	Caracterización palinológica de la dinámica de la vegetación. ....	18
2.1.1	Un Tardiglaciario y un principio del Holoceno poco representados. ....	18
2.1.2	Atlántico (8.000-4.700 BP): la extensión de los robledales diversificados.....	20
2.1.3	Suboreal (4.700-2.600 BP): expansión y supremacía de los hayedos. ....	21
2.2	Conocimientos sobre las dinámicas de antropización del paisaje del Neolítico a la actualidad.....	24
2.2.1	El desarrollo de las comunidades de agropastores neolíticos.....	24
2.2.2	Las prácticas agropastorales de la Edad del Bronce.....	25
2.2.3	La Edad del Hierro: inicio de las deforestaciones subatlánticas.....	26
2.2.4	Periodo galorromano: ruptura o continuidad? .....	27
2.2.5	Época medieval: extensión de las actividades agro(silvo)pastorales.....	28
2.2.6	Época moderna y contemporánea: las grandes olvidadas. ....	29
3	MEDIO FÍSICO .....	33
3.1	Relieve, red hidrológica y geología.....	36
3.2	Clima y pluviometría. ....	40
3.3	El paisaje vegetal.....	41
3.4	Los usos del suelo recientes. ....	47
4	INTRODUCCIÓN A LA ARQUEOLOGÍA EN EL MONT LOZÈRE .....	51
4.1	Megalitismo y yacimientos funerarios pre- y protohistóricos. ....	53
4.2	Evidencias de la Arqueología pastoral en el Mont Lozère.....	56
4.3	Evidencias metalúrgicas y mineras.....	59
4.4	El carboneo en el Mont Lozère. ....	65

5	MATERIAL Y MÉTODOS .....	71
5.1	Estrategia de estudio: selección de secuencias. ....	73
5.2	Técnica de sondeo, descripción y muestreo de las secuencias sedimentarias. ....	75
5.3	Análisis polínico. ....	77
5.3.1	Tratamiento fisicoquímico, análisis y representación de los datos. ....	77
5.3.2	Cálculo de los datos polínicos y de MNP. ....	80
5.4	Microfósiles no polínicos.....	84
5.5	Otros estudios sobre secuencias. ....	88
5.5.1	Las partículas carbonosas.....	88
5.5.2	Estudios geoquímicos y sedimentología.....	89
5.6	Datación de los registros fósiles y construcción de modelos cronológicos.....	90
5.6.1	Datación radiocarbónica.....	90
5.6.2	<i>Spheroidal Carbonaceous Particles</i> .....	91
5.6.3	Indicadores bioestratigráficos y geoquímicos. ....	92
5.6.4	Construcción de modelos cronológicos.....	93
6	RESULTADOS.....	95
6.1	L'Amourous (1550 m s.n.m.).....	97
6.1.1	Descripción del registro.....	97
6.1.2	Secuencia sedimentaria y modelo cronológico .....	99
6.1.3	Resultado polínicos. ....	101
6.1.4	Resultados de MNP.....	106
6.2	Countrasts (1400 m s.n.m.).....	109
6.2.1	Descripción del registro.....	109
6.2.2	Secuencia sedimentaria.....	110
6.2.3	Resultado polínicos. ....	113
6.2.4	Resultados de MNP.....	116
6.3	Font Bernard (1350 m s.n.m.).....	119
6.3.1	Descripción del registro.....	119
6.3.2	Secuencia sedimentaria.....	121
6.3.3	Resultado polínicos. ....	122
6.3.4	Resultados de MNP.....	124
6.4	Les Laubies (1280 m s.n.m.) .....	127
6.4.1	Descripción del registro.....	127
6.4.2	Secuencia sedimentaria.....	128



6.4.3	Resultado polínicos. ....	131
6.4.4	Resultados de MNP. ....	134
6.5	La Veyssi�re (1150 m s.n.m.). ....	137
6.5.1	Descripción del registro. ....	137
6.5.2	Secuencia sedimentaria. ....	138
6.5.3	Resultado polínicos. ....	141
6.5.4	Resultados de MNP. ....	144
6.6	Otros modelos cronológicos de secuencias del Mont Lozère. ....	145
6.6.1	Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006). ....	145
6.6.2	Narses Mortes II (Beaulieu, 1974). ....	147
6.6.3	Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972). ....	148
6.6.4	Le Peschio (Pulido, 2006). ....	150
7	DISCUSIÓN. ....	153
7.1	Evolución de la vegetación en el Mont Lozère del Atlántico al Suboreal. ....	155
7.2	Interacciones socioambientales en el Mont Lozère desde el Neolítico. ....	161
7.2.1	Neolítico Antiguo (ca. 6000-4400 BC). Primer impacto de las actividades agropastorales en los sectores de mayor altitud. ....	161
7.2.2	Neolítico Medio (ca. 4400-3500 cal BC). Extensión de las actividades agropastorales en altitud y los sectores de piedmonte. ....	165
7.2.3	Neolítico Final (ca. 3500-2400 cal BC). Fase de inflexión en la historia de la antropización del Mont Lozère: marcada expansión de las actividades agropastorales y generalización del uso de quemaz. ....	171
7.2.4	Transición del Neolítico Final-Edad del Bronce y Bronce Antiguo (ca. 2400-1700 cal BC). Mantenimiento de las actividades agropastorales. ....	181
7.2.5	Bronce Medio y Bronce Final (1650-800/750 cal BC). Reorganización y posible diversificación de los usos del suelo. ....	183
7.2.6	Hierro (entre ca. 800 cal BC y s. I cal BC). Deforestación del bosque montano, expansión de las actividades pastorales y metalúrgicas. ....	191
7.2.7	Periodo galorromano (de ca. s. I cal BC a s. V cal AD): continuidad de la metalurgia durante el Alto Imperio y reorientación agropastoral en el Bajo Imperio. .	199
7.2.8	Antigüedad tardía y periodo altomedieval (ca. finales de s. V- finales del s. X cal AD): expansión de las actividades agropastorales y deforestación del hayedo en los sectores altitudinales superiores. ....	209
7.2.9	Plena Edad Media (ca. s. XI-finales del s. XIII cal AD): el desarrollo de un sistema agrosilvopastoral en el contexto de una intensa actividad metalúrgica. ....	217
7.2.10	Del s. XIII a finales del s. XVII AD: gestión de las landas y formaciones herbosas de las cumbres en el marco de un complejo sistema agropastoral. ....	233

7.2.11	De ca. s. XVIII hasta la mitad del s. XIX: Continuidad de las deforestaciones y auge agropastoral. ....	243
7.2.12	De mitad del s. XIX hasta la actualidad: declive agropastoral y la fase de reforestación del macizo. ....	247
8	CONCLUSIONES .....	251
9	BIBLIOGRAFÍA.....	263
	RESUMEN.....	295
	RÉSUMÉ.....	297
	ANEXOS	

## LISTA DE FIGURAS

Fig. 1- Localización de los registros considerados en este estado de la cuestión .....	18
Fig. 2- Localización del Mont Lozère en el marco del Macizo Central. ....	35
Fig. 3- Red hidrográfica del Parque Nacional de Cévennes. ....	37
Fig. 4- Mapa litológico de la zona del Mont Lozère, Causses, Mont Aigoual y Mont Bougès.. .....	38
Fig. 5- Mapa de precipitación media anual a la izquierda y de temperatura media anual a la derecha.....	41
Fig. 6- Vistas de los principales paisajes vegetales del Mont Lozère. ....	46
Fig. 7- Ejemplos de usos del suelo en el Mont Lozère.....	49
Fig. 8- Ejemplos de megalitos en el Mont Lozère. ....	53
Fig. 9- Mapa de localización de los megalitos y túmulos localizados en la zona del Mont Lozère.....	54
Fig. 10- Localización de las estructuras pastorales de Countrasts, carboneras, evidencias metalúrgicas y de la <i>Draille de la Margeride</i> .....	57
Fig. 11- A la izquierda vista aérea de los cercados de Countrasts. A la derecha, vistas de las estructuras L016 y L017 en el conjunto de Countrasts II .....	59
Fig. 12- Localización de los yacimientos de reducción de mineral en el Mont Lozère.....	60
Fig. 13- Dataciones radiocarbónicas obtenidas en los talleres de reducción.....	61
Fig. 14- Localización de las minas, yacimientos de reducción y de las áreas del origen del mineral utilizado en el Mont Lozère.....	63
Fig. 15- Síntesis de los datos geoquímicos de la secuencia de Narses Mortes: obtenido de cenizas, ratio de isótopos $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ y $\text{Pb}/\text{Al}$ .....	65
Fig. 17- Localización de las carboneras, evidencias metalúrgicas y de la <i>Draille de la</i> <i>Margeride</i> .....	66
Fig. 17- Dataciones radiocarbónicas de las carboneras .....	68
Fig. 18- Localización de las cinco secuencias polínicas estudiadas y de secuencias analizadas por otros autores utilizadas .....	75

Fig. 19- Maniobra de sondeo en la secuencia de Laubies (izquierda) y detalle del sedimento extraído en la misma turbera con un cabezal tipo ruso (derecha).....	76
Fig. 20- Ejemplos de grumos polínicos.....	79
Fig. 21- Ejemplos de microfósiles no polínicos.....	84
Fig. 22- Localización de la secuencia de L'Amourous.....	97
Fig. 23- Vista de la turbera de L'Amourous.....	98
Fig. 24- Modelo cronológico de la secuencia de L'Amourous. ....	101
Fig. 25- Localización de la turbera de Countrasts.....	109
Fig. 26- Vista de la turbera de Countrasts en la que se observa la colonización por pinos ..	110
Fig. 27- Modelo cronológico de la secuencia de Countrasts.....	112
Fig. 28- Localización del punto de sondeo en el alveolo de Font Bernard. ....	119
Fig. 29- Vista de la turbera de Font Bernard y de las estructuras pastorales.....	120
Fig. 30- Modelo cronológico y litología de la secuencia de Font Bernard. ....	122
Fig. 31- Localización de la turbera de Les Laubies .....	127
Fig. 32- Vista de la turbera de Laubies orientada hacia el pueblo actual .....	128
Fig. 33- Resultados del conteo de SCP ( $\text{gr}^{-1}$ ) en la secuencia de Laubies a la izquierda y total de emisiones de combustibles fósiles en Francia a la derecha. ....	130
Fig. 34- Modelo cronológico de Laubies.....	131
Fig. 35- Localización de la secuencia de Veyssièrre. ....	137
Fig. 36- Vista de la turbera de Veyssièrre .....	138
Fig. 37- Modelo cronológico y litología de Veyssièrre.....	140
Fig. 38- Modelo cronológico y litozonas de Narses Mortes Nord-Ouest. ....	147
Fig. 39- Modelo cronológico y litozonas de Narses Mortes II.....	148
Fig. 40- Modelo cronológico de la secuencia de Laubies. ....	149
Fig. 41- Modelo cronológico y litozonas de la secuencia de Le Peschio.....	151
Fig. 42- Propuesta de la restitución de los antiguos espacios forestales carboneados y del límite superior del bosque en el Mont Lozère durante la época medieval .....	227
Fig. 43- Mapa de representación de las frecuencias polínicas de PA/T y <i>Fagus</i> en las secuencias del Mont Lozère durante el periodo plenomedieval .....	229
Fig. 44- <i>Carte de Cassini</i> (finales del s. XVIII).....	244

Fig. 45- <i>Carte de l'État-Major</i> de la zona de Laubies en la que se muestra la presencia de prados en el entorno de Laubies .....	245
Fig. 46- A) <i>Atlas Daubré</i> , elaboración propia a partir de L. Daubré (1912), y B) Mapa de estructura de la vegetación en el año 2000.....	249



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1- Resumen de los principales datos sobre la historia de la vegetación en el Mont Lozère y los interrogantes vigentes .....	23
Tabla 2- Resumen de los principales conocimientos sobre la historia de la antropización en el Mont Lozère y los interrogantes vigentes.....	31
Tabla 3- Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en las estructuras pastorales de los conjuntos arqueológicos de Countrasts I y II .....	58
Tabla 4- Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de L'Amourous. ....	100
Tabla 5- Descripción del diagrama polínico de L'Amourous. ....	106
Tabla 6-Descripción de los resultados de MNP. ....	108
Tabla 7- Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Countrasts .....	112
Tabla 8- Descripción del diagrama polínico de Countrasts. ....	116
Tabla 9-Descripción del diagrama de MNP de Countrasts.....	118
Tabla 10- Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Font Bernard. ...	121
Tabla 11- Descripción del diagrama polínico de Font Bernard. ....	124
Tabla 12- Descripción del diagrama de MNP de Font Bernard.....	125
Tabla 13- Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Les Laubies. ....	129
Tabla 14- Descripción de diagrama polínico de la secuencia de Les Laubies.....	134
Tabla 15- Descripción de diagrama de MNP de la secuencia de Les Laubies. ....	135
Tabla 16- Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Veyssièrre.....	140
Tabla 17- Descripción del diagrama polínico de la secuencia de La Veyssièrre.....	144
Tabla 18- Descripción del diagrama de MNP de la secuencia de Veyssièrre.....	145
Tabla 19- Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Narses Mortes Nord-Ouest.....	146
Tabla 20- Dataciones radiocarbónicas realizadas en la secuencia de Narses Mortes II .....	148
Tabla 21-Dataciones radiocarbónicas realizadas en la secuencia de Laubies.....	149
Tabla 22- Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Le Peschio.....	150





## LISTA DE ANEXOS

- A.1- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos y herbáceos de Amourous con escala de profundidad.
- A.2- Diagrama polínico porcentual de taxones herbáceos, higrófitos, esporas, grumos polínicos y macrocarbones de Amourous con escala de profundidad.
- A.3- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Amourous con escala de profundidad.
- A.4- Diagrama simplificado de concentración polínica de Amourous con escala de profundidad.
- A.5- Diagrama porcentual de MNP de Amourous con escala de profundidad.
- A.6- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos y herbáceos de Countrasts con escala de profundidad.
- A.7- Diagrama polínico porcentual de taxones herbáceos, higrófitos, esporas, grumos polínicos y macrocarbones de Countrasts con escala de profundidad.
- A.8- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Countrasts con escala de profundidad.
- A.9- Diagrama simplificado de concentración polínica de Countrasts con escala de profundidad.
- A.10- Diagrama porcentual de MNP de Countrasts con escala de profundidad.
- A.11- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos, herbáceos, higrófitos, esporas, grumos polínicos y macrocarbones de Font Bernard con escala de profundidad.
- A.12- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Font Bernard con escala de profundidad.
- A.13- Diagrama simplificado de concentración polínica de Font Bernard con escala de profundidad.
- A.14- Diagrama porcentual de MNP de Font Bernard con escala de profundidad.
- A.15- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos y herbáceos de Laubies sobre escala de profundidad.
- A.16- Diagrama polínico porcentual de taxones herbáceos, higrófitos, esporas, grumos polínicos y macrocarbones de Laubies con escala de profundidad.
- A.17- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Laubies con escala de profundidad.

- A.18- Diagrama simplificado de concentración polínica de Laubies con escala de profundidad.
- A.19- Diagrama porcentual de MNP de Font Bernard con escala de profundidad.
- A.20- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos y herbáceos de Veyssièrre con escala de profundidad.
- A.21- Diagrama polínico porcentual de taxones herbáceos, higrófitos, esporas, grumos polínicos y macrocarbones de Veyssièrre con escala de profundidad.
- A.22- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Veyssièrre con escala de profundidad.
- A.23- Diagrama simplificado de concentración polínica de Veyssièrre con escala de profundidad.
- A. 24- Diagrama porcentual de MNP de Veyssièrre con escala de profundidad.
- A.25- Integración de series climáticas a escala hemisférica ( $^{14}\text{C}$  atmosférico residual) y de Europa Central y Occidental, detritismo en el Mont Lozère y en el Lago de Aydat y la curva porcentual de *Fagus* en las secuencias de Amourous y Veyssièrre.
- A.26- Diagrama simplificado de Amourous con los principales resultados de polen, MNP y macrocarbones, con escala temporal.
- A.27- Diagrama simplificado de Countrasts con los principales resultados de polen, MNP y macrocarbones, con escala temporal.
- A.28- Diagrama simplificado de Font Bernard con los principales resultados de polen, MNP y macrocarbones, con escala temporal.
- A.29- Diagrama simplificado de Les Laubies con los principales resultados de polen, MNP y macrocarbones, con escala temporal.
- A.30- Diagrama simplificado de Veyssièrre con los principales resultados de polen, MNP y macrocarbones, con escala temporal.
- A.31- Diagrama polínico simplificado de Peschio con escala temporal. En gris oscuro se indican las principales fases de antropización discutidas.
- A.32- Diagrama polínico simplificado de Narses Mortes con escala temporal. En gris oscuro se indican las principales fases de antropización discutidas.
- A.33- Diagramas sintéticos con escala temporal de las secuencias de Peschio, Amourous y Veyssièrre.

A.34- Diagramas sintéticos con escala temporal correspondiente a los últimos 2000 años, de las secuencias de Peschio, Amourous, Countrasts, Narses Mortes, Font Bernard, Laubies y Veyssièrè.

A.35- Diagrama de los resultados geoquímicos de la secuencia de Amourous. Estudio realizado por el Dr. Ramon Julià Brugués.

A.36- Diagrama de los resultados geoquímicos de la secuencia de Countrasts. Estudio realizado por el Dr. Ramon Julià Brugués y publicado en Servera Vives *et al.*, 2013.

A.37- Síntesis interpretativa de los usos del suelo y las dinámicas de antropización en el Mont Lozère durante los últimos 8000 años. Las bandas grises horizontales corresponden a las principales fases de antropización.



# **1 INTRODUCCIÓN**



## **1.1 Marco administrativo: el proyecto de investigación Mont Lozère.**

La presente tesis se enmarca dentro del proyecto de investigación PCR “Pratiques et mobilités territoriales sur le Mont Lozère depuis le Néolithique” –PCR-Mont Lozère en adelante- (Dir. P. Allée y M.C. Bal-Serin) desarrollado entre los años 2009 y 2012. Este proyecto de investigación fue financiado por el Servicio Regional de Arqueología del Languedoc (Ministerio de la Cultura francés).

El *PCR-Mont Lozère* es un proyecto pluridisciplinar que supone la continuación de otro proyecto de investigación denominado “PCR Plomb ancien du Mont Lozère, à la recherche des mines, des minerais, des ateliers, des paysages et des hommes” (Dir. Alain Ploquin) llevado a cabo entre los años 2002 y 2007. Este proyecto anterior estaba centrado en el estudio de la metalurgia y la minería en el Mont Lozère durante el periodo medieval, centrándose en la prospección y excavación de estructuras mineras y metalúrgicas y en el estudio geoquímico en turberas, minas y botaderos de mina para determinar las fases metalúrgicas, establecer las zonas de origen del mineral y determinar los impactos paisajísticos de esta actividad metalúrgica. También se llevó a cabo la prospección, datación y estudio antracológico de carboneras localizadas en el Mont Lozère.

El *PCR-Mont Lozère* propuso estudiar las relaciones de interdependencia sociedad-medio que han modelado los paisajes y los antroposistemas de este sistema de media montaña a lo largo del Holoceno. Su objetivo principal es el estudio y la gestión de los recursos naturales por las sociedades del pasado (explotación agrosilvopastoral y minera) y la organización del espacio en territorios funcionales dinámicos. Las dos grandes innovaciones a nivel de problemática, respecto al proyecto precedente son el interés de evaluar el papel del agropastoralismo des del Neolítico en la configuración paisajística y su relación con los herbazales de *Nardus stricta* en altitud, así como el estudio arqueometalúrgico de la minería gala. Este planteamiento diacrónico y pluridisciplinar ha implicado una gran diversidad de campos de estudio y de especialistas:

- **Estudio palinológico y de microfósiles no polínicos** realizados por Gabriel Servera Vives (Geolab, Université de Limoges, UMR 6042, CNRS- y SERP-UB), coordinados por Philippe Allée (Geolab, Université de Limoges, UMR 6042, CNRS), Santiago Riera Mora (SERP-UB) y Yannick Miras (Geolab, Université Blaise Pascal, MSH, UMR 6042, CNRS).
- Estudios **geoarqueológicos y de prospección** de carboneras llevados a cabo por Philippe Allée, Sandrine Paradis-Grenouillet y Romain Rouaud (Geolab, Université de Limoges, UMR 6042, CNRS).
- Estudios **antracológicos y dendrométricos** en carboneras realizados por Sandrine Paradis-Grenouillet (Geolab, Université de Limoges, UMR 6042, CNRS).
- Estudio de **pedoantracología** realizado por Marie-Claude Bal-Serin y Philippe Allée (Geolab, Université de Limoges, UMR 6042, CNRS).
- Estudio de **arqueología pastoral** que han consistido en la prospección y excavación de estructuras pastorales realizado por J.M. Palet Martínez (GIAP-ICAC), Hèctor Orengo (University of Sheffield) y Arnau García (GIAP-ICAC).
- Estudios de **arqueología minera** de la mina gala de Devois dirigidos por B. Cauuet, S. Baron (TRACES, UMR 5608, CNRS, Université de Toulouse II-Le Mirail) y Alain Ploquin.
- Estudios **sedimentológicos y geoquímicos** de secuencias turbosas realizados por R. Julià Brugués (IJA-CSIC).
- Estudios de **micromorfología de suelos** realizado por Morgane Liard (INRAP, Geolab, UMR 6042, CNRS)
- **Estudio histórico** de fuentes primarias y secundarias sobre la metalurgia y minería en el Mont Lozère, realizados por N. Minivielle (LA3M, UMR 7298, CNRS, Université d'Aix-Marseille) y M.C. Bailly-Maître (LAMM UMR 6572, CNRS, Université de Provence).



En este marco organizativo, la presente tesis doctoral aporta la realización de los estudios polínicos, de microfósiles no polínicos y de macrocarbones realizados en el marco del proyecto *PCR-Mont Lozère*. Los resultados de esta investigación son presentados y discutidos a lo largo del manuscrito, siendo la información contrastada e integrada con los datos obtenidos por las otras líneas de investigación del proyecto en el capítulo de discusión gracias al carácter pluridisciplinar del proyecto marco, así como también con otros trabajos realizados previamente en el Mont Lozère.

La presente tesis doctoral se ha realizado en el marco de un convenio de cotutela entre la Universidad de Limoges (Geolab, UMR 6042, CNRS) y la Universidad de Barcelona (SERP). La realización de este trabajo ha sido posible gracias a la concesión de una beca predoctoral de la Région Limousin.

## **1.2 Marco conceptual del estudio.**

### **1.2.1 La palinología y la historia de los paisajes culturales.**

Durante las primeras décadas del s. XX, la palinología estuvo centrada principalmente en los estudios de morfología polínica y en cuestiones biológicas en los campos de la paleobotánica y la paleoecología (vegetación cuaternaria y cambio climático), utilizando un enfoque cercano a los conceptos y métodos de la paleontología. Fue a partir de la década de 1930 que empezó a introducirse la idea de que los espectros polínicos podían revelar actividades e impactos humanos sobre el medio (Faegri & Iversen, 1989). En este contexto, F. Firbas (1934) realizó un avance conceptual significativo, al introducir la idea de la importancia del *polen no arbóreo* (PNA) en relación al *polen arbóreo* (PA), denominada ratio de PA/PNA para ser utilizada como indicador del grado de deforestación del medio (Faegri & Iversen, 1989). Sin embargo, el salto conceptual se realizó en la década de 1940 cuando J. Iversen (1941) demostró que la mayoría de actividades humanas tiene su traducción polínica y que, por lo tanto, estas actividades pueden ser deducidas a partir de los espectros polínicos. Este autor demostró que una práctica humana como la *roza y quema* podía ser deducida a partir del registro fósil (Faegri & Iversen, 1989; Riera, 2012). En la década de 1960, la aparición y

difusión del método de datación radiocarbónica permitió demostrar que los cambios de vegetación detectados en los diagramas polínicos ocurrían en periodos distintos en diferentes regiones o incluso en el seno de una misma región. Esta innovación técnica y conceptual favoreció el desarrollo de estudios microregionales hecho que sería clave para el análisis de *paisajes culturales* puesto que estos se caracterizan por la diversificación paisagística que provoca el hombre al estructurar su entorno.

Durante las décadas de 1970 y 1980, en Europa central y del norte, los estudios polínicos se centraron progresivamente en el estudio de la evolución de los *paisajes culturales* (v.gr., Berglund, 1969; Vorren, 1986; Vuorela, 1986). En este sentido, un hito destacado en la línea interpretativa de paisajes culturales, se produjo en 1981, cuando K.-E. Behre publicó la primera lista de **indicadores polínicos de antropización** (IPA) siendo un útil conceptual e instrumental que permitiría la identificación de las prácticas humanas que causaron los cambios ambientales y contribuyeron a la modelación del paisaje. Además, el desarrollo del *Ystad Project* supuso un estudio renovador y diacrónico de los paisajes culturales e integrando el análisis palinológico con datos históricos y arqueológicos (Berglund, 1991). Un hito importante dentro de esta línea de estudio polínica fue la publicación del libro *The Cultural Landscape: Past, Present and Future* (Birks *et al.*, 1988) a través del cual la palinología se convirtió en la herramienta central en el estudio de la configuración de los paisajes culturales del pasado.

La lista de IPA de K.-E. Behre ha sido objeto de diversas críticas entre las que destaca las dudas sobre su valor universal y la necesidad de crear listas de indicadores específicas para cada región de estudio y para cada práctica humana. Para superar esta limitación, se fueron desarrollando trabajos polínicos de análogos actuales (Overpek *et al.*, 1985) y del denominado *Comparative Approach* (Wright, 1967). Este tipo de estudios tenían como objetivo establecer las relaciones entre la representación polínica, los usos del suelo y la configuración de la vegetación. Sin embargo, todos estos estudios parten de una base actualista, lo cual supone una limitación interpretativa dado que muchas de las prácticas humanas que en el pasado existieron en Europa se han modificado o desaparecido (Ejarque *et al.*, 2011). Es por esto, que en la última década se han llevado a cabo diversos estudios utilizando el *enfoque de*

*análogos históricos* que utiliza la cartografía histórica y la documentación escrita para calibrar la señal polínica en paisajes y prácticas desaparecidos (Veski *et al.*, 2005; Nielsen, 2004).

Este trabajo se posiciona dentro de los trabajos centrados en el estudio de paisajes culturales, interesándose por las interacciones socio-ambientales sobre la *longue durée*. Para lograr estos objetivos nos hemos basado en el siguiente enfoque metodológico:

**Alta resolución espacial.** El estudio de la historia del paisaje en el Mont Lozère y su relación con diversas actividades humanas se ha realizado mediante un estudio microregional que implica la integración de diversos casos de estudio, a saber, de cinco turberas localizadas en diferentes sectores, medios vegetales, altitudes, áreas de captación y orientaciones (ver Capítulo 5). Los estudios microrregionales han mostrado su utilidad en la integración de datos históricos y arqueológicos, dado que éstos pueden ser tan sólo integrados a pequeñas escalas espaciales (v.gr., Davis & Tipping, 2004; Ejarque *et al.* 2009; Mazier *et al.*, 2009; Sköld *et al.*, 2010), siendo, por tanto, la escala espacial más adecuada para el análisis de la interacciones socioambientales (Dearing, *et al.*, 2006, 2011). Este enfoque se inspira en los *multiple profile studies* que imbrican el estudio de diversas secuencias en diferentes sectores (ventanas de casos de estudio) de una misma zona geográfica (Dumayne-Peaty, 2001; Ledger *et al.*, 2014). Diversos estudios multi-secuencia han evidenciado que las reconstrucciones paisajísticas regionales realizadas en base a una única secuencia no traducen las diferentes dinámicas de usos del suelo y perturbaciones del medio acaecidos en zonas montañosas, siendo la configuración en mosaico una de las principales características de los paisajes culturales (Davis & Tipping, 2004; Davis, 2007). En el presente estudio del Mont Lozère, esta aproximación microrregional se completa con otras dos secuencias previamente estudiadas en la mitad oeste del Mont Lozère que disponen de marco cronológico y analítico fiable (Pulido, 2006). Este conjunto de datos permitirá establecer modelos diferenciados a nivel diacrónico de ocupación y transformación del paisaje para cada sector y, a su vez, establecer las fases regionales de construcción paisajística.

**Alta resolución temporal.** Para asociar los cambios paisajísticos evidenciados por los diagramas polínicos a las prácticas humanas evidenciadas por la arqueología y la historia (pastoralismo, metalurgia, minería, agricultura y carboneo) es necesario disponer de marcos cronológicos fiables y de secuencias en alta resolución analítica. Por otra parte, la atribución de estos cambios a fases histórico-culturales también requiere de cronologías precisas. En este sentido, se han realizado treinta y una dataciones radiocarbónicas y se han completado y corregido los modelos cronológicos para los periodos más recientes en base a las *Spheroidal Carbonaceous Particles* (SCP), los datos geoquímicos y paleobiológicos (ver Capítulo 5). Por otra parte, la alta resolución analítica permite una mejor caracterización de los cambios paisajísticos. Inspirándonos en los *Fine Resolution Pollen Analysis* realizados en diversas regiones como las *uplands* británicas (Simmons & Innes, 1996) o los Alpes (Knaap *et al.*, 2012), se plantea un análisis en perfil continuo –cada centímetro– en tramos de determinadas secuencias donde era necesario determinar con mayor precisión el proceso de cambio paisajístico. Además, se ha destacado la utilidad de realizar estudios a alta resolución temporal a la hora de analizar periodos históricos –los últimos 2000 años– dado que estos presentan dinámicas de antropización y de usos del suelo especialmente complejas (Cole & Mitchell 2003; Currás *et al.* 2012; Coombes *et al.*, 2009; Ejarque *et al.*, 2009; Galop *et al.* 2011; Lomas-Clarke & Barber 2004; Waller, 2010).

**Estudio *multi-proxy*.** Se utiliza un enfoque multi-indicador, es decir combinando diferentes tipos de indicadores como el polen, los agregados polínicos (Prieto, 2000; Stolze *et al.*, 2012), microfósiles no polínicos (Geel, 2001; Geel *et al.*, 2003; Cugny *et al.*, 2010) y macrocarbones (Carcaillet *et al.*, 2001; Whitlock & Larsen, 2001). El objetivo es completar los indicadores de tipo regional con otros de carácter más local como es el caso de las esporas coprófilas. Este tipo de trabajos se ha venido desarrollando especialmente desde la década de 2000 y son cada vez más frecuentes en los estudios paleoambientales, aunque aún no se aplican de manera sistemática siendo aún escaso en el Macizo Central. Este análisis permite precisar la existencia de cambios locales/regionales así como contribuir a determinar el tipo de práctica causante de los cambios.

**Interdisciplinariedad.** Dado que la tesis se realiza en el marco de un proyecto más amplio, el trabajo se realiza en un contexto pluri- e interdisciplinar en que intervienen estudios en secuencia (palinología, sedimentología y geoquímica), arqueología pastoral, arqueología minera, antracología, pedoantracología y geoarqueología. La comparación e integración de los resultados producidos por cada disciplina y enfoque tan solo es posible en el marco de un estudio a alta resolución espacial y temporal con marcos cronológicos altamente resolutivos.

### 1.2.2 Estudios polínicos integrados en contextos de montaña.

Los medios de montaña han sido con frecuencia considerados como espacios marginales e incluso de riesgo (Christie *et al.*, 2004; Walsh, 2005). Diversos factores geográficos como la topografía, las pendientes pronunciadas, la climatología, la baja productividad de los suelos, o su lejanía de los principales centros comerciales podrían haber contribuido a esta percepción (Ejarque & Orengo, 2009). Sin embargo, diversos proyectos de investigación de carácter **pluridisciplinar** han puesto de manifiesto que estos espacios de montaña, lejos de ser espacios naturales al margen de las dinámicas socioeconómicas, han sido objeto de una importante ocupación y modificación humana desde el Mesolítico (v.gr., Biagi & Nandris, 1994; Galop, 1998; Moe & Hjelle, 1999; Walsh & Richer, 2006; Miras *et al.*, 2007, 2010a; Ejarque *et al.*, 2010; Surmely *et al.*, 2009; Orengo *et al.*, 2014). Gracias a estos trabajos, las montañas son hoy en día concebidas como territorios complejos ocupados de manera precoz, espacios vividos y conceptualizados y explotados con diversas actividades económicas (agricultura, ganadería, minería, metalurgia, carboneo, etc.).

En los últimos años se han multiplicado los estudios integrados que combinan series paleoambientales con datos históricos y arqueológicos. En Europa continental, este tipo de estudios se han llevado a cabo tanto en zonas de alta montaña como los Alpes (v.gr., Walsh *et al.*, 2005, 2013; Court-Picon *et al.*, 2007; Moe *et al.*, 2007, Py *et al.*, 2013, 2014; Tzortzis *et al.*, 2008), Pirineos (Rendu *et al.*, 2013; Miras *et al.*, 2007, 2010a; Ejarque *et al.*, 2009, 2010; Palet *et al.*, 2007; Orengo *et al.*, 2013, 2014). Sin embargo, este tipo de estudios siguen siendo escasos

en zonas de media montaña en general y en el Macizo Central en particular, a excepción de diversos trabajos recientes en los macizos del Morvan, Cantal y Jura (Doyen *et al.*, 2012; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2007, 2013; Miras *et al.*, 2004, 2010b, 2011; Trément *et al.*, 2005; Surmely *et al.* 2009; Nicolas *et al.*, 2012). No obstante, estas medias montañas han jugado un importante papel en el progreso y desarrollo humano debido a la disponibilidad de recursos forestales, minerales, tierras de pasto y de cultivo fomentando la complementariedad interterritorial a escala regional (Rieutort, 1997). Por tanto, el estudio de la antropización de estos medios resulta imprescindible para comprender la articulación de amplias áreas regionales.

El Mont Lozère, con una altura máxima de 1690 m s.n.m., constituye un ejemplo de media montaña submediterránea en el Macizo Central. Se han realizado diversos estudios polínicos en el Mont Lozère durante el s. XX (Lemée, 1943a, b; Beaulieu, 1974; Beaulieu & Gilot, 1972; Beaulieu & Pons, 1979; Reille, 1988, 1990) pero estos trabajos se centran principalmente en las grandes dinámicas de la historia de la vegetación durante el Holoceno y prestan menor atención a las interacciones socioambientales y la historia de la antropización de estos medios. Sin embargo, más recientemente, la tesis de M. Pulido (2006) ha supuesto un avance significativo en el conocimiento de la antropización en el Mont Lozère. Este trabajo se enmarca dentro de un proyecto de investigación pluridisciplinar centrado en la reconstrucción de las actividades mineras y metalúrgicas medievales y a la gestión forestal asociada (Ploquin *et al.*, 2010; Allée *et al.*, 2010), por lo que otras actividades humanas, como el agropastoralismo, recibieron menor atención. Esta práctica debe ser abordada con detalle, considerando el papel histórico que ha jugado el agropastoralismo en la configuración del paisaje a escala local y regional, hecho que ha conducido al reconocimiento de los Cévennes y los Causses como Patrimonio Mundial de la UNESCO en 2011 por su “paisaje cultural de agropastoralismo mediterráneo”.

Por lo tanto, si bien en el Mont Lozère han existido otros trabajos pluridisciplinarios combinando estudios paleoambientales (palinología y geoquímica) con otros de arqueológicos (arqueometalurgia y geoarqueología), estos se han centrado hasta la actualidad principalmente en actividades metalúrgicas y la gestión de los recursos forestales en relación a estas (Pulido, 2006; Baron *et al.*, 2005; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2007; Ploquin *et al.* 2010; Allée & Paradis, 2007; Allée *et al.*, 2010). A parte de esta cuestión de enfoque

epistemológico, los trabajos polínicos en el Mont Lozère se han realizado, en general, partiendo de una escasa resolución cronológica y analítica, escasas dataciones radiocarbónica en las secuencias, ausencia de estudios *multi-proxy* y poca integración de los datos obtenidos con las series históricas y arqueológicas.

En este sentido el PCR-Lozère (2009-2012) ha supuesto un avance significativo a nivel epistemológico y metodológico, implicando una mayor diversidad de enfoques y disciplinas generando un marco adecuado para la integración de los datos a nivel interdisciplinar.

### **1.3 Objetivos y planteamientos.**

La problemática principal de este trabajo es la de caracterizar la historia de los modos de ocupación, sistemas de usos y explotación de los recursos en el Mont Lozère para determinar cómo las actividades humanas han ido modelando estos paisajes culturales desde el neolítico hasta su configuración actual. De esta problemática general, se derivan los siguientes objetivos más específicos:

- Determinar la historia de la vegetación y los cambios paisajísticos, en un medio de media montaña.
- Identificar los cambios ambientales y analizar sus causalidades climáticas, ecológicas y/o antrópicas.
- Caracterizar la diversidad de sistemas de explotación y sus divergencias/coincidencias temporales, altitudinales y microespaciales (espacialización y complementariedad de prácticas).
- Trazar la historia del agropastoralismo en el Mont Lozère desde el neolítico y su papel en las formas del paisaje histórico y actual.
- Determinar el impacto sobre la vegetación y la estructura del paisaje de las prácticas metalúrgicas y otras actividades asociadas, como el carboneo.

- Integrar los datos documentados en el estudio polínico con los cambios documentados en los registros históricos y arqueológicos con el fin de profundizar en el conocimiento de los elementos estructurantes de la realidad patrimonial y cultural que constituyen estos paisajes culturales. Se propone no tan solo determinar las fases de construcción paisajística sino también las prácticas que han contribuido a esta estructuración.
- Identificar los principales cambios ocurridos en los medios turbosos y su posible relación con las fases de antropización del medio.
- Determinar el proceso que conlleva la generación y/o evolución de los espacios abiertos de altitud dominados por extensos prados de *Nardus stricta*.
- Encuadrar los cambios paisajísticos y la introducción de prácticas humanas en un marco cronológico fiable y de alta resolución temporal.
- Completar la historia paisajística de la vertiente sur del Mont Lozère, la cual cuenta con menos estudios.



## **2 ANTECEDENTES: LOS ESTUDIOS POLÍNICOS EN EL MONT LOZÈRE Y LOS INTERROGANTES VIGENTES**



La zona de Cévennes ha sido objeto de numerosos estudios paleopolínicos durante el s. XX, debido en parte a la abundancia de zonas húmedas y a su configuración vegetal actual. Los primeros estudios paleopolínicos del Macizo Central se iniciaron en la zona de Besse-en-Chandesse (Puy-de-Dôme, Auvergne) en 1927 por parte de M. Denis, G. Erdman y F. Firbas. En los Cévennes, el estudio pionero de F. Firbas (1932) analizó la secuencia de Montals en el Mont Aigoual pero será en la década de 1940 cuando G. Lemée (1943a) presentó los primeros análisis polínicos realizados en turberas del Mont Lozère. Este mismo autor presentaría en 1949 una primera propuesta para la génesis de los suelos de formaciones herbosas con *Nardus stricta* que ocupan los espacios sumitales del Mont Aigoual (Lemée, 1949), y propuso su carácter relictual. De esta forma, el origen de las formaciones de *Nardus stricta* y a un límite superior del bosque “anormalmente bajo” se convertiría en uno de los temas clave en los estudios palinológicos del Mont Lozère y el Mont Aigoual (Lemée, 1943a y b; Beaulieu & Gilot, 1972; Beaulieu & Pons, 1979; Reille, 1988, 1990). En palabras de N. Planchais (1973) “el estudio de la dualidad formaciones herbosas-bosque [...] ha sido uno de los objetivos principales de los análisis polínicos”.

En sus trabajos pioneros, G. Lemée en el Mont Aigoual (1943b; 1949) apunta la existencia de una formación de *Nardus stricta* (cervunales) al menos desde el periodo Atlántico. Estos trabajos, que no disponen todavía de dataciones absolutas, confirmaban las hipótesis apuntadas por algunos fitosociólogos (Flahault, 1901; Braun-Blanquet, 1923) que apostaban por un origen relictual glaciar de dichas comunidades somitales calificadas desde entonces como formaciones “pseudoalpinas”. No fue hasta la década de los setenta del s. XX que J.-L. de Beaulieu y E. Gilot (1972) introducen el factor antrópico como un agente importante en el proceso de expansión de las formaciones de *Nardus stricta* en las cumbres del Mont Lozère. Estos autores apuntan que, aunque su extensión a finales del Atlántico puede tener un condicionante climático, se debe tener en cuenta que este proceso coincide con las “primeras deforestaciones calcolíticas” (Beaulieu & Gilot, 1972). Sin embargo, como indican P. Allée y S. Paradis (2011), si bien J.-L. de Beaulieu y E. Gilot (1972) insisten sobre el papel jugado por el hombre, no descartan la existencia de formaciones herbosas con cervuno de reducida extensión y de origen natural, anteriores a la actividad humana en el macizo. Posteriormente, M. Reille (1988, 1990) fue el primero en apostar claramente por un origen antrópico de los

cervunales en las cimas del Mont Lozère, basándose en el estudio de la secuencia de Nassettes, en la vertiente noroeste del macizo. Para este autor “el desarrollo de las formaciones herbosas de *Nardus stricta* es posterior a las primeras manifestaciones de agricultura neolítica y sobre todo al desmantelamiento del hayedo-abetal” (Reille, 1988). Este autor niega, por tanto, el valor relictual de tales formaciones y propone que su extensión actual tiene origen en la fuerte presión pastoral de los últimos 2000 años (Reille 1988, 1990). Los trabajos de arqueología espacial, arqueometalurgia y antracología desarrollados desde inicios de la década de 2000 en el Mont Lozère han venido a reforzar la propuesta de M. Reille, dado que han permitido proponer una línea superior del bosque que se situaría entre 1400-1500 m durante la Plena y Baja Edad Media, en base a la localización de las carboneras (Allée *et al.*, 2010; Allée & Paradis, 2011; Paradis-Grenouillet *et al.*, 2011; Paradis-Grenouillet, 2012).

Los trabajos palinológicos realizados en el Mont Lozère durante la década de 1970 y 1980 se insieren en un contexto de la preocupación institucional sobre la política de reforestación en el entonces recién creado *Parc National des Cévennes* (PNC). En este contexto, varios trabajos presentan un enfoque más aplicado y hacen gala de la palinología como útil para entender el presente. Parafraseando a M. Reille (1988, 1990), “el conocimiento del pasado, única clave para la interpretación verdaderamente objetiva del presente, permite en cierto modo prever el porvenir”. Así pues, se utilizan las secuencias palinológicas como herramienta para establecer criterios para la gestión de los espacios actuales y, más concretamente, para determinar cómo se debe desarrollar la política de reforestación y cuáles son las especies más idóneas para llevarla a cabo en el Mont Lozère (Beaulieu & Gilot, 1972; Beaulieu & Pons, 1979; Reille, 1988, 1990).

Como en la mayoría de estudios del Macizo central del s. XX, (v.gr., Beaulieu, 1969; Beaulieu & Reille, 1987; Beaulieu *et al.*, 1984, 1988, 1989; Pons, 1987; Pons *et al.*, 1987; Reille, 1987; Reille & Beaulieu, 1981, 1988, 1990; Reille & Pons, 1982; Coûteaux, 1978; Jansen & Straten, 1982; Lemée, 1953, etc.), los estudios paleopolínicos del Mont Lozère se han centrado principalmente en el análisis de las dinámicas de vegetación y en los cambios paleoclimáticos que las inducían (Firbas, 1932; Lemée, 1943a; Beaulieu, 1974; Beaulieu & Gilot, 1972; Beaulieu & Pons, 1979; Reille, 1988, 1990). La generalización de las técnicas radiocarbónicas en el

Macizo Central en la década de 1970 constituyó una verdadera revolución en el anclaje cronológico de tales cambios paisajísticos permitiendo a su vez una mejor comparación entre las diversas regiones. En el Mont Lozère, la incorporación de escalas temporales absolutas llegó de la mano de los trabajos del *Laboratoire de botanique historique et palynologie* de la Universidad de Aix-Marseille, en el marco de la ingente campaña de sondeos realizada en el Macizo Central entre los años 70 y 90 del s. XX.

Como apunta Miras *et al.* (2007), si bien es verdad que dichos trabajos se centraban eminentemente en la evolución general de la cubierta forestal, estos estudios contienen también abundante información del impacto humano sobre la vegetación. En estos estudios, la acción antrópica se trata como una causa más de los cambios paisajísticos pero no es analizada de manera específica. En efecto, en el Mont Lozère, la antropización no fue tratada de manera directa hasta la tesis doctoral de M. Pulido (2006). Este trabajo de corte clásico en cuanto a la metodología constituye un primer punto de inflexión en el conocimiento de las interacciones socioambientales en el Mont Lozère.

A continuación realizamos una síntesis de los principales conocimientos de los que disponemos hasta la fecha sobre la dinámica natural de la vegetación, por un lado, y los impactos humanos en la vegetación en el Mont Lozère a partir de las secuencias polínicas en medios turbosos (Fig. 1). Con el fin de disponer de escalas temporales homogéneas, se han elaborado nuevos modelos cronológicos con el programa Clam (Blaauw, 2010) para las secuencias de Laubies (1380 m s.n.m., Beaulieu & Gilot, 1972), Narses Mortes (1400 m s.n.m., Beaulieu, 1974), Narses Mortes Nord-Ouest y Peschio (1370 m s.n.m., Pulido, 2006) (Capítulo, 6).



**Fig. 1-** Localización de los registros considerados en este estado de la cuestión: 1) Narses Mortes (Beaulieu, 1974; Guilliot, 2001; Pulido, 2006), 2) Nassettes (Pulido, 2006; Reille, 1988, 1990); 3) Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972) y 4) Peschio (Beaulieu & Pons, 1979; Pulido, 2006).

## 2.1 Caracterización palinológica de la dinámica de la vegetación.

El resumen de los conocimientos sobre la historia de la vegetación en el Mont Lozère desde el Preboreal al Suboreal se presenta en la Tabla 1. En este resumen no se incluye el Subatlántico puesto que este periodo esta eminentemente condicionado por las dinámicas de antropización.

### 2.1.1 Un Tardiglaciario y un principio del Holoceno poco representados.

Las secuencias estudiadas hasta el momento en el Mont Lozère registran una historia relativamente reciente de la vegetación en comparación a las de otras zonas del Macizo Central como el Aubrac (Beaulieu *et al.*, 1985) o el Cantal (Beaulieu *et al.*, 1982). Así pues, el

conocimiento que tenemos de las fases antiguas se reduce a pocos espectros procedentes de las secuencias de Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972), Peschio (Beaulieu & Pons, 1979) y Nassettes (Reille, 1988, 1990). El Tardiglaciario se encuentra solo representado en unas escasas muestras de la base de la secuencia de Peschio (Beaulieu & Pons, 1979), en la vertiente noroeste del Mont Lozère. Estos espectros muestran una vegetación característica del Tardiglaciario con un fuerte predominio de polen de taxones herbáceos.

El Preboreal (10.300-9.000 BP) representado en Nassettes se reduce únicamente a dos espectros de la base de la secuencia. Se evidencia una vegetación característica del Postglaciario con un predominio de *Pinus*, valores notables de *Betula* y una persistencia de Poaceae y *Artemisia* que corresponden según M. Reille (1988) a la presencia de pequeños reductos de una estepa árida en altitud que caracterizó todo el Macizo Central durante el Tardiglaciario (Pons, 1987). Dada la importancia relativa de *Corylus* y *Quercus* caducifolia, muy probablemente podemos situar la base de la secuencia de Nassettes durante la segunda mitad del Preboreal.

El Boreal (9.000-8000 BP) está mejor representado en las secuencias polínicas del Mont Lozère apareciendo en las secuencias de Nassettes (Reille, 1988, 1990), Narses Mortes II (Beaulieu, 1974) y Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972). En términos generales se extiende la denominada “trilogía mesófila” de *Corylus*, *Quercus* caducifolia y *Ulmus*. Las frecuencias polínicas de *Corylus* son siempre superiores a las de *Quercus* caducifolia. Las tres secuencias también muestran una importancia significativa de *Pinus* (valores entre 20-45%), herencia de la extensión que podría haber adquirido este taxón durante el Preboreal. La base de la secuencia de Laubies, fechada a  $8460 \pm 190$  BP (ca. 7992-7046 cal BC), presenta una imagen aun típica del Preboreal con predominio absoluto de *Pinus*, *Corylus* aun no se ha desarrollado, *Quercus* caducifolia está muy poco presente y *Ulmus* está ausente. En Narses Mortes II ya se observa una vegetación característica de un robledal diversificado con presencia de *Ulmus* y rico en *Corylus*, con anterioridad a una fecha de  $8150 \pm 150$  BP (ca. 7500-6697 cal BC). La secuencia de Nassettes muestra el predominio de *Corylus*, *Quercus* caducifolia y *Ulmus* desde principios del Boreal. Por lo tanto, la base del diagrama de Laubies es de difícil interpretación puesto que la fecha obtenida corresponde al Boreal pero el espectro polínico es representativo del Preboreal. A la luz de los datos de los que se

dispone, cabe pensar que la expansión de *Corylus* habría tenido lugar entre las fechas  $8460 \pm 190$  BP (ca. 7992-7046 cal BC) y  $8150 \pm 150$  BP (ca. 7500-6697 cal BC). Por otra parte cabe destacar las primeras evidencias de *Tilia* y *Fraxinus*.

### **2.1.2 Atlántico (8.000-4.700 BP): la extensión de los robledales diversificados.**

Es a partir del Atlántico cuando las secuencias disponibles se multiplican: Narses Mortes II (Beaulieu, 1974), Narses Mortes 1 (Guilliot, 2001), Narses Mortes Centre (Pulido, 2006), Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972), Nassettes (Reille 1988, 1990), Nassettes (Pulido, 2006) y Peschio 1 (Pulido, 2006). En términos generales, este periodo se caracteriza por la expansión de los robledales diversificados con *Ulmus*, *Tilia* y *Fraxinus*, si bien este último taxón presenta una limitada importancia en el Mont Lozère respecto a la que tuvo en otros sectores del Macizo Central como el Cantal (Beaulieu *et al.*, 1982; Miras *et al.*, 2006) o el Cézaillier (Reille *et al.*, 1985). Por lo que respecta a la expansión de *Tilia* esta parece ser sincrónica a la caída de *Corylus*, fechándose con posterioridad a  $8150 \pm 150$  BP (ca. 7500-6697 cal BC) en Narses Mortes II (Beaulieu, 1974). Una de las características en la historia de la vegetación atlántica en el Mont Lozère es la pervivencia de *Corylus* al menos durante el Atlántico Antiguo. Según J.-L. de Beaulieu y A. Pons (Beaulieu, 1974; Beaulieu & Pons, 1979) las formaciones de avellanero habrían pervivido en forma de franja situada sobre el piso del robledal hasta la llegada de *Fagus*, como también ha sido sugerido para el norte del Cantal (Beaulieu *et al.*, 1989). Otro componente interesante en la historia de la vegetación del Mont Lozère es la pervivencia de *Pinus* como elemento importante al menos durante el Atlántico Antiguo (Beaulieu, 1974; Beaulieu & Gilot, 1972) aunque valores significativos de *Pinus* se mantienen también en Nassettes (Reille, 1988). Este hecho ha sido relacionado con la existencia de un “efecto de cumbre” que implicaría fuertes vientos y temperaturas más bajas que habrían favorecido la pervivencia de pinares preboreales (Beaulieu & Gilot, 1972).

Los valores notables de *Betula* en numerosas secuencias tales como Narses Mortes 1 (Guilliot, 2001), Nassettes (Reille, 1988, 1990; Pulido, 2006) y Narses Mortes II (Beaulieu, 1974) llevaron a M. Pulido (2006) a sugerir la existencia de verdaderas masas boscosas de abedules en las



cumbres del Mont Lozère y por lo tanto, no se reducirían únicamente a la vegetación local de la zonas húmedas como se había apuntado anteriormente (v.gr., Reille, 1988).

A finales del Atlántico, en una fecha que se sitúa entre  $5.430 \pm 90$  BP (ca. 4449-4047 cal BC) y  $4.230 \pm$  BP (ca. 3101-2486 cal BC) en la secuencia de Narses Mortes II (Beaulieu, 1974), tiene lugar la dispersión de *Fagus*, si bien se observa la presencia puntual durante todo el Atlántico que indicarían la existencia de núcleos aislados de haya (Beaulieu *et al.*, 1988). Este periodo coincide con una expansión significativa de Poaceae. En el Mont Lozère la historia de la vegetación muestra un desarrollo de *Abies* sincrónico o posterior a la expansión de *Fagus*.

### **2.1.3 Suboreal (4.700-2.600 BP): expansión y supremacía de los hayedos.**

El Suboreal corresponde al periodo de apogeo de *Fagus* y *Abies* en el Mont Lozère, como sucede también en prácticamente todo el Macizo Central (v.gr., Beaulieu *et al.*, 1988; Pons *et al.*, 1989). La fase de expansión de *Fagus* (alcanzando valores de ca. 10%) tiene lugar entre  $5430 \pm 90$  BP (ca. 4449-4047 cal BC) y  $4.230 \pm 110$  BP (ca. 3101-2486 cal BC) en Narses Mortes II (Beaulieu, 1974) y con anterioridad a  $4.405 \pm 50$  BP (ca. 3123-2907 cal BC) en Peschio (Pulido, 2006). Los nuevos modelos cronológicos realizados en estas secuencias permiten situar la expansión de *Fagus* en ca. 4200-3800 cal BC. En este momento tendría lugar la infiltración del haya dentro de los robledales formando los primeros robledales-hayedos. En todos los diagramas se confirma un escaso desarrollo de *Abies* en el Mont Lozère (siempre con valores inferiores al 10%), como también sucede en el Aubrac (Faure, 2012; Beaulieu *et al.*, 1985) y la Margeride (Reille *et al.*, 1985), en comparación a otras zonas del Macizo Central como el Cantal (Beaulieu *et al.*, 1982; Miras *et al.*, 2006) y la Planèze de Sant-Flour (Beaulieu *et al.*, 1985) donde estas formaciones son más abundantes. Este proceso de expansión de *Fagus* coincide con un marcado aumento de Poaceae en la secuencia de Nassettes, hecho que ha sido explicado como la expansión de las formaciones herbosas de *Nardus stricta* (Reille, 1988).

En el Mont Lozère, la expansión de *Fagus* y *Abies* son coetáneos a un descenso en los valores de *Quercus* caducifolia y a una progresiva desaparición de *Ulmus* y *Tilia*. Por otra parte, cabe destacar la notable expansión de *Alnus* a partir de  $4.230 \pm 100$  BP (3094-2565 cal BC) en

Narses Mortes (Beaulieu, 1974). Este taxón ha sido considerado en algunos casos como indicador de un aumento de la oceanificación del clima desde el Suboreal (Beaulieu *et al.*, 1982).

Por otra parte, la estabilización de la curva de *Fagus* (apogeo), también denominada “máximo estable”, parece iniciarse en torno a  $3.590 \pm 140$  BP (ca. 2346-1607 cal BC) en la secuencia de Laubies si damos por buena la apreciación de J.-L. de Beaulieu (1974), que sugiere que esta fecha no corresponde al inicio de expansión de *Fagus* sino al inicio de su apogeo (valores del 22%). La fecha extrapolada basada en nuevos modelos, basándonos en las dataciones radiocarbónicas de Narses Mortes II (Beaulieu, 1974) permiten situar este evento en torno a 2500-2000 cal BC.

C.	Registro	D. R.	Dinámica natural de la vegetación regional	Cuestiones latentes u objetivos
SUBOREAL	NM 1 (Guilliot, 2001) NM 3 (Guilliot, 2001) NMC (Pulido, 2006) Nassettes (Reille 1988, 1990) Nassettes (Pulido, 2006) Peschio (Beaulieu & Pons, 1979)		- óptimo de <i>Fagus</i> (ca. 15-20%) - máximo de <i>Abies</i> (ca. 5%), aunque poco desarrollo en el Mont Lozère - desarrollo de los hayedos y hayedo-robleales	- establecer la cronología de expansión y apogeo de <i>Fagus</i> y <i>Abies</i>
	Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972)	$3590 \pm 140$ BP	- estabilización de la curva de <i>Fagus</i> (22%)	- confirmar la poca importancia relativa de <i>Abies</i>
	NM II (Beaulieu, 1974)	$4230 \pm 110$ BP	- curva ascendente (expansión) de <i>Fagus</i> (ca. 15%), <i>Abies</i> (3-4%) y <i>Alnus</i> - bajada de <i>Quercus</i> , <i>Pinus</i> , <i>Betula</i> - desaparición de <i>Ulmus</i> y <i>Tilia</i>	- determinar el papel de los humanos como favorecedor de la expansión de <i>Fagus</i>
	Peschio 1 (Pulido, 2006)	$4405 \pm 50$ BP	- curva ascendente (expansión) de <i>Fagus</i> y <i>Alnus</i> - desarrollo de las formaciones de robleal-hayedo	
ATLÁNTICO	NM II (Beaulieu, 1974)	$5430 \pm 110$ BP	- máximo de <i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> y <i>Tilia</i> - nueva contracción de <i>Corylus</i>	- establecer la cronología de la expansión y apogeo del robleal diversificado - establecer la cronología del

	<p>NM 1 (Guilliot, 2001)</p> <p>NMC (Pulido, 2006)</p> <p>Laubies (Beaulieu &amp; Gilot, 1972)</p> <p>Nassettes (Reille 1988, 1990)</p> <p>Nassettes (Pulido, 2006)</p> <p>Peschio 1 (Pulido, 2006)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- inicio de la curva continua de <i>Fagus</i> a finales del Atlántico</li> <li>- poca importancia de <i>Fraxinus</i></li> <li>- primeas apariciones de <i>Fagus</i> y <i>Abies</i> durante Atlántico Antiguo</li> <li>- expansión de <i>Quercus</i> caducifolio y sus acompañantes: <i>Ulmus</i> y <i>Tilia</i></li> <li>- retroceso de <i>Corylus</i> aunque mantiene valores por encima de <i>Quercus</i> caducifolio durante el Atlántico Antiguo</li> <li>- expansión de <i>Betula</i></li> </ul>	<p>proceso de dispersión y difusión de <i>Fagus</i> y <i>Abies</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- confirmar la poca significación de <i>Fraxinus</i></li> <li>- confirmar el mantenimiento de <i>Corylus</i> como elemento importante durante el Atlántico Antiguo</li> <li>- establecer la importancia de <i>Betula</i> como formación local y/o regional</li> <li>- determinar la cronología de la contracción de <i>Corylus</i> y <i>Pinus</i></li> </ul>
BOREAL	Nassettes (Reille 1988, 1990)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- predominio de <i>Corylus</i></li> <li>- desarrollo de otros árboles mesófilos: <i>Quercus</i> caducifolio y <i>Ulmus</i></li> <li>- primeras evidencias de <i>Fraxinus</i>, <i>Tilia</i> y <i>Alnus</i></li> <li>- ligero retroceso de <i>Betula</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- establecer la cronología del proceso de expansión de <i>Corylus</i></li> <li>- determinar la importancia del mantenimiento de <i>Pinus</i></li> </ul>
	NM II (Beaulieu, 1974)	8150 ± 150 BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fin del máximo de <i>Corylus</i> (ca. 40 %)</li> <li>- inicio de la caída de <i>Pinus</i></li> </ul>	
	Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972)	8460 ± 190 BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- predominio de <i>Pinus</i></li> <li>- <i>Corylus</i> y <i>Quercus</i> aun no han iniciado su expansión</li> </ul>	
PREBOREAL	Nassettes (Reille 1988, 1990)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- predominio de <i>Pinus</i> (ca. 25%)</li> <li>valores notables de <i>Betula</i></li> <li>- valores importantes pero en regresión de plantas estépicas</li> <li>- importancia de Poaceae</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- precisar si existe simultaneidad o no en el proceso de expansión de <i>Corylus</i> y <i>Quercus</i> caducifolio</li> <li>- determinar la importancia relativa de <i>Pinus</i> y <i>Betula</i></li> <li>- aclarar la cronología de la primera dinámica forestal del holoceno</li> <li>- periodo incompleto en los diagramas</li> </ul>

**Tabla 1-** Resumen de los principales datos sobre la historia de la vegetación en el Mont Lozère y los interrogantes vigentes. C.= cronozonas y D.R.= dataciones radiocarbónicas.

## **2.2 Conocimientos sobre las dinámicas de antropización del paisaje del Neolítico a la actualidad.**

A continuación expondremos sucintamente los principales datos de que se dispone sobre la historia de la antropización en el Mont Lozère desde el Neolítico hasta la actualidad. Sin embargo, cabe señalar que los marcos cronológicos son poco resolutivos, hecho que a menudo no permiten establecer con precisión las fases de impacto humano. El resumen de esta ocupación del territorio y las principales lagunas de conocimiento vigentes se sintetizan en la Tabla 2.

### **2.2.1 El desarrollo de las comunidades de agropastores neolíticos.**

Las primeras fases de antropización de la montaña en el Mont Lozère tienen lugar a finales del Atlántico, es decir durante el Neolítico. En efecto, la secuencia de Nassettes a 1400 m s.n.m. (Reille, 1988; Pulido, 2006) muestra signos de actividades agropastorales con evidencias de cultivo de cereales que implica claros en el robledal diversificado. Aunque ninguna de las dos secuencias realizadas en Nassettes dispone de dataciones absolutas que permitan determinar la edad de tales eventos paleobotánicos, el hecho que *Fagus* no haya iniciado su difusión sitúa estos primeros impactos en el Neolítico Antiguo o Medio.

La secuencia de Narses Mortes Centre (Pulido, 2006) muestra también una fase agropastoral de corta duración durante un momento indeterminado del Atlántico, con evidencia de cultivo de cereal e indicadores ruderales, así como una notable expansión de los herbazales de altitud. También se observan evidencias de agricultura en la secuencia de Narses Mortes 1 (Guilliot, 2001) en un momento que se podría situar a finales del Atlántico en base a la curva de *Fagus*, así como evidencias de actividades pastorales indicadas por la presencia de taxones nitrófilos y ruderales. Basándonos en las dataciones de Narses Mortes II (Beaulieu, 1974), en la fase de expansión de *Fagus* y en el nuevo modelo cronológico realizado para esta secuencia, podemos sugerir que estos impactos antrópicos tendrían lugar en torno a ca. 4200-4050 cal BC, por lo tanto durante el Neolítico Medio.

Las evidencias de impacto antrópico se hacen más evidentes durante el final del Neolítico Medio y sobre todo durante el Neolítico Final (Pulido, 2006). En la turbera de Nassettes (Pulido, 2006) se diversifican los indicadores pastorales, junto a un incremento de Poaceae y la presencia de *Cerealia-t*. De igual modo, la secuencia de Nassettes (Reille, 1988) registra cambios polínicos similares en la transición Atlántico-Suboreal y durante la fase de expansión de *Fagus*, cuando tiene lugar una fuerte expansión de Poaceae.

En la secuencia de Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972), se documentan las primeras evidencias de agricultura durante el Neolítico Final, coincidiendo con una rápida expansión de *Fagus* y Poaceae entre ca. 2600-2200 cal BC. Además, se documentan evidencias polínicas de actividades antrópicas a principios del Suboreal también en las secuencias de Narses Mortes II (Beaulieu, 1974), Narses Mortes I (Guilliot, 2001) y Peschio (Pulido, 2006; Beaulieu & Pons, 1979).

### **2.2.2 Las prácticas agropastorales de la Edad del Bronce.**

El momento de estabilización de la curva de *Fagus* corresponde *grosso modo* al inicio del Bronce Antiguo en el Mont Lozère. Efectivamente, durante este periodo cronológico se documentan las primeras ocurrencias de cereal en Narses Mortes (Beaulieu, 1974; Guilliot, 2001), contemporáneas a un retroceso en los valores de *Abies* y ocurrencias de taxones sinantrópicos. Este evento podría situarse en torno a ca. 2250-1675 cal BC. En palabras de J.-L. de Beaulieu (1974) “en lo que se refiere a las primeras manifestaciones del hombre prehistórico, *chasséen* y del Bronce, [...] en las altitudes consideradas, no tuvieron más que efectos muy limitados sobre la masa forestal”. Sin embargo, puede apuntarse que hay una intensificación de las actividades antrópicas en la montaña durante el Bronce Final (Pulido, 2006). Un claro ejemplo de este proceso lo tenemos en la turbera de Peschio (Pulido, 2006) donde se produce un marcado retroceso de *Fagus* concomitante con un aumento de los indicadores pastorales. Esta fase eminentemente pastoral presenta una datación de  $3030 \pm 50$  BP (ca. 1411-1152 cal BC), situándose por lo tanto entre finales del Bronce Medio y el Bronce Final. Esta fase de impacto se prolonga entre ca. 1400-900 cal BC, afectando de manera

significativa al hayedo y suponiendo una fase de extensión de las formaciones herbosas en altitud (aumento de Poaceae).

Por otra parte, cabe remarcar que la presencia de cereales se multiplica a finales del Suboreal en la secuencia de Nassettes (Reille, 1988), asociada a la bajada de los valores de *Fagus* y *Abies*. De igual modo, la secuencia estudiada por M. Pulido (2006) en la misma turbera muestra el inicio de la curva continua de Cerealia-t a finales del Suboreal, sin que se pueda precisar si estas actividades se desarrollaron durante el Bronce Final o la Edad del Hierro.

### **2.2.3 La Edad del Hierro: inicio de las deforestaciones subatlánticas.**

El Bronce Final y el Hierro I muestran un aumento en los indicios de antropización en el Mont Lozère. El ejemplo más claro de este incremento de presión antrópica sobre el medio son la diversificación de indicadores pastorales y de otros taxones sinantrópicos en la secuencia de Narses Mortes Bois (Pulido, 2006) a partir de  $2510 \pm 30$  BP (ca. 696-538 cal BC). Posteriormente a esta fecha tiene lugar un impacto sobre el hayedo y el abetal. Sin embargo, no tenemos elementos para situar con precisión esta primera deforestación del Subatlántico. La base de la secuencia de Narses Mortes Nord-Ouest, cuya fecha se estima entorno a ca. 500 cal BC también muestra un ligero retroceso de *Fagus* con presencia de Cerealia-t y diversos taxones rudero-segetales (Pulido, 2006).

En Narses Mortes II (Beaulieu, 1974) se produce una fuerte caída de *Fagus* que coincide con el inicio de la curva continua de Cerealia-t y de valores notables de taxones ruderales, asociado a una expansión de Poaceae. El modelo cronológico propone una fecha alrededor de 450-100 cal BC para esta primera deforestación del Subatlántico, aunque esta edad se basa en una extrapolación de fechas puesto que no se dispone de dataciones en la mitad superior de la secuencia. En la secuencia de Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972), el nivel 35 cm de profundidad (ca. 300 cal BC- 200 cal AD) es interpretado por los autores como el primer signo de una deforestación del Subatlántico. Esta evidencia es sincrónica con la secuencia de Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006), donde se pone de manifiesto un proceso de deforestación que afecta a *Fagus*, *Quercus* caducifolio y *Abies* coincidente con un incremento

del contenido en plomo y que tiene lugar con posterioridad a  $2200 \pm 40$  BP (ca. 382-174 cal BC). M. Pulido (2006) sugiere que esta fase de antropización corresponde al impacto de las actividades metalúrgicas galas sobre la cobertura forestal del Mont Lozère (Baron *et al.*, 2005), implicando probablemente una diversificación de las prácticas humanas en el Mont Lozère.

Con todo, se pone de manifiesto la importancia de la Edad del Hierro en la configuración paisajística de la montaña, puesto que parece implicar un desarrollo de las actividades agropastorales en el Mont Lozère, aunque se evidencian las incertidumbres cronológicas de este complejo proceso.

#### **2.2.4 Periodo galorromano: ruptura o continuidad?**

Para las fases históricas se dispone de un número escaso de dataciones, existentes tan sólo en la Tesis Doctoral de M. Pulido (2006). Según M. Pulido, a principios de la época galorromana “las actividades antrópicas se amplifican en el Mont Lozère y las consecuencias sobre la vegetación se hacen más perceptibles” a partir de  $1860 \pm 45$  BP (ca. 53-253 cal AD). Sin embargo, se aprecia un cierto mantenimiento regional de las actividades sin que éstas afecten a la vegetación arbórea a escala regional. La secuencia de Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006) es la que presenta un modelo cronológico más fiable y con mayor número de dataciones. Esta secuencia muestra una recuperación del hayedo y un ligero descenso del robledal entre  $1950 \pm 40$  BP (ca. 40 cal BC-128 cal AD) y  $1635 \pm 35$  BP (ca. 339-536 cal AD). Es a partir de ca. 180-250 cal AD cuando vuelven a aparecer evidencias esporádicas de polen de cereal concomitantes a un ligero descenso de la curva de *Fagus*. En este sentido, parece ser que el periodo galorromano supone una fase de menor intensidad antrópica que el periodo precedente.

### 2.2.5 Época medieval: extensión de las actividades agro(silvo)pastorales.

El periodo altomedieval parece continuar con un proceso de configuración paisajístico iniciado a finales de la época bajoimperial, aunque con una amplificación de las actividades agropastorales. La secuencia de Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006) muestra una diversificación de los indicadores de antropización con posterioridad a  $1635 \pm 35$  BP (ca. 339-536 cal AD) con presencia de *Cerealia-t* y diversos indicadores de pastoreo. A partir de  $1460 \pm 35$  BP (ca. 547-649 cal AD) tiene lugar una notable expansión agropastoral en la misma secuencia que conlleva la retracción del hayedo. Este proceso culmina en torno a la fecha  $1330 \pm 35$  BP (ca. 646-726 cal AD), cuando tiene lugar un marcado retroceso de *Fagus* y la extinción de *Abies* paralelamente a una fuerte expansión de *Poaceae*.

En Peschio (Pulido, 2006) también se observa el efecto sobre el hayedo de las actividades agropastorales durante el alto medievo a ca. 530-675 cal AD. Sin embargo, en esta secuencia los indicadores de antropización son más débiles. En una fecha ligeramente anterior a  $1000 \pm 40$  BP (ca. 975-1155 cal AD) tiene lugar un cierto desarrollo agrícola con las primeras evidencias de cereal en torno a ca. 700-860 cal AD y una mayor expansión alrededor de ca. 880-1050 cal AD. La Alta Edad Media constituye un periodo importante en la configuración del espacio agropastoral en el Mont Lozère en detrimento de los bosques de haya y abeto.

La Plena Edad Media se caracteriza por ser un periodo de grandes deforestaciones en el sector (Pulido, 2006) aunque con algunas divergencias microrregionales. La secuencia de Peschio (Pulido, 2006) muestra un marcado descenso de *Fagus* con posterioridad a ca. 687-1160 cal AD, coincidiendo con un cierto desarrollo agropastoral y la expansión de landas de *Calluna* en ca. 1030-1200 cal AD. A partir de este momento, parece producirse una cierta recuperación del bosque coetáneo con una bajada de los indicadores polínicos de antropización. De hecho, pese a la deforestación, los valores de *Fagus* se mantienen elevados (ca. 30%) durante todo el periodo medieval.

En la secuencia de Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006) un episodio de deforestación había tenido lugar alrededor de  $1330 \pm 35$  BP (646-726 cal AD), con posterioridad al cual se mantienen unos valores de *Fagus* relativamente estables (ca. 15%) hasta la fecha  $840 \pm 30$  BP



(ca. 1155-1265 cal AD). A partir de esta fecha, los valores de *Fagus* irán en progresiva retracción. M. Pulido (2006), relaciona la desaparición de los hayedos en el sector con las actividades metalúrgicas y agropastorales que tienen lugar en el Mont Lozère.

## 2.2.6 Época moderna y contemporánea: las grandes olvidadas.

La época moderna y contemporánea han sido en general poco considerada en los trabajos polínicos no solo en el Mont Lozère, sino en todo el Macizo Central, a excepción de algunos trabajos pluridisciplinarios recientes (v.gr., Diot *et al.*, 2006; Prat, 2006; Surmely *et al.*, 2009; Miras *et al.*, 2013a; Servera Vives *et al.*, 2013). Así pues, la mayoría de los estudios realizados en el Mont Lozère se han limitado a apuntar que la Edad Moderna corresponde a un momento de máxima antropización y que la Época Contemporánea se caracteriza por el abandono agrícola y la reforestación de las zonas de montaña.

Únicamente el trabajo de J.-L. de Beaulieu y A. Pons (1979) ha profundizado un poco más en las fases más recientes del paisaje vegetal y de los usos del suelo en el Mont Lozère, aunque sin dataciones disponibles. Estos autores proponen una fase de retracción del espacio agrícola y abandono de pastos durante los s. XVII y XVIII poniéndolo en relación con las guerras de religión. Posteriormente, proponen una fase de aumento de las actividades agropastorales que implican una “nitratación” en el Mont Lozère que relacionan con la trashumancia y las “nuits de fumature”. A esta fase le sigue un periodo de reforestación (Beaulieu & Pons, 1979).

C.	P.C.	Registro	D. R.	Conocimientos sobre la historia de la antropización	Cuestiones latentes u objetivos
SUBATLÁNTICO	M. Y C.	Varias secuencias	¿?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- reforestación en la Época Contemporánea</li> <li>- máximo de antropización durante la Época Moderna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- precisar la cronología de las reforestaciones y las especies utilizadas</li> <li>- comprender los procesos de cambio en el agrosistema durante la Época Moderna</li> </ul>

	MEDIEVAL	Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006)	840 ± 30 BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nueva contracción del espacio forestal. Desarrollo de actividades agrosilvopastorales</li> <li>- inicio curva continua de <i>Castanea</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- establecer una especialización de prácticas</li> <li>- continuidades y rupturas respecto al alto Medioevo</li> </ul>
		Peschio (Pulido, 2006)	1000 ± 40 BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión agropastoral y de landas de <i>Calluna</i>.</li> <li>- contracción del hayedo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- proponer un anclaje cronológico para la arboricultura de castaño en la región</li> </ul>
		Peschio (Pulido, 2006)	1000 ± 40 BP (poco anterior a)  ¿?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- desarrollo agropastoral</li> <li>- ataque al hayedo y abetal. Escasos indicadores de antropización</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- desarrollar un modelo de ocupación de los diferentes espacios de montaña. Movilidad de prácticas</li> </ul>
		Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006)	1330 ± 35 BP 1460 ± 35 BP 1635 ± 35 BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- culminación del proceso de deforestación agropastoral asociado al agropastoralismo</li> <li>- expansión agropastoral y retroceso del hayedo</li> <li>- recuperación de las actividades agropastorales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- validar el papel del agropastoralismo en las deforestaciones. Establecer cronología</li> </ul>
	GALORROMANO	Peschio (Pulido, 2006)	1860 ± 45 BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- recuperación del bosque de Fagus.</li> <li>- cierto mantenimiento regional de las actividades humanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- establecer un modelo de ocupación de la montaña en época galorromana</li> <li>- comprender los procesos de cambio de gestión del espacio que supone la cultura romana</li> </ul>
		Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006)	1950 ± 40 BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión de actividades pastorales regionales.</li> <li>- recuperación del hayedo y contracción del robledal</li> <li>- primera aparición de <i>Juglans</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- determinar la introducción de <i>Juglans</i> en el Mont Lozère</li> </ul>
	HIERRO II	Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006)	2200 ± 40 BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- inicio de la deforestación del hayedo y abetal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- establecer una cronología precisa de las deforestaciones de la Edad del Hierro</li> </ul>
	HIERRO I	Narses Mortes Bois (Pulido, 2006)	2510 ± 30 BP (posterior a)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión agropastoral</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- determinar el papel de agropastoralismo y la metalurgia en tal proceso</li> </ul>
	SUBOREAL	Peschio (Pulido, 2006)	3030 ± 50 BP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fase eminentemente pastoral</li> <li>- impacto marcado sobre el hayedo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- confirmar la intensificación de la presión humana sobre el medio en el Bronce Medio y Final. Primer impacto marcado y duradero sobre la masa forestal</li> </ul>
		Narses Mortes II (Beaulieu, 1974) Narses Mortes 1 (Guilliot, 2001)	¿?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presencia de actividades agropastorales durante el apogeo de <i>Fagus</i>.</li> <li>- efecto limitado sobre el bosque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fijar los ritmos de antropización y ocupación de la montaña durante la Edad del Bronce</li> </ul>

	NEOLÍTICO	Nassettes (Pulido, 2006; Reille, 1988, 1990)  Peschio (Pulido, 2006; Beaulieu & Pons, 1979).	¿?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento actividades agropastorales durante expansión de <i>Fagus</i></li> <li>- primera extensión de las formaciones de <i>Nardus stricta</i>?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- confirmar la intensificación y extensión de las actividades agropastorales durante el Neolítico Final</li> <li>- determinar el papel de los humanos en la extensión de la haya</li> <li>- determinar el origen y la evolución de las formaciones herbosas de altitud</li> </ul>
		Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972)	3590 ± 140 (anterior a)	- primeras evidencia de agricultura	
		Narses Mortes II (Beaulieu, 1974)	4230 ± 110 (posterior a)	- intensificación de las prácticas agropastorales	
	ATLÁNTICO	Narses Mortes Centre (Pulido, 2006)  Nassettes (Pulido, 2006; Reille, 1988, 1990)  Narses Mortes 1 (Guilliot, 2001)	¿?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- primeras evidencias claras de actividades agropastorales a finales del Atlántico</li> <li>- efectos limitados y de corta duración sobre el bosque</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- investigar sobre las primeras trazas de antropización y la duración de los impactos.</li> <li>- proponer periodización de estos primeros impactos agropastorales neolíticos</li> </ul>

**Tabla 2-** Resumen de los principales conocimientos sobre la historia de la antropización en el Mont Lozère y los interrogantes vigentes. C.= cronozonas, P.C.= periodo cronocultural y D.R.= dataciones radiocarbónicas.



### **3 MEDIO FÍSICO**



El Mont Lozère está localizado entre los Cévennes (Languedoc-Roussillon, sur de Francia), situado en el flanco sureste del Macizo Central (Fig. 2), y el límite septentrional del llano del Languedoc. Este macizo montañoso queda incluido en el Parque Nacional de Cévennes (PNC en adelante), creado en 1970. Posteriormente fue declarado reserva de la Biosfera en 1985 y Patrimonio Mundial de la Humanidad por la UNESCO en 2011, por los valores naturales y culturales del paisaje, caracterizado por una historia largamente ligada a los usos históricos del medio, en especial a la trashumancia del mundo mediterráneo (PNC, 2007a). Un tercio del espacio del parque nacional pertenece a las zonas de Grandes Causses y Cans, que forman un altiplano situado al oeste del Mont Lozère. Los otros dos tercios corresponden a los Cévennes silíceos que incluyen el Mont Lozère, Mont Aigoual y los valles de Gardons, que van adquiriendo un carácter más mediterráneo a menor latitud y altitud. La variedad climática, geológica, topográfica y de usos del suelo ha determinado la existencia de una gran diversidad de hábitats naturales (PNC, 2007a; Valadas, 1984).



**Fig. 2-** Localización del Mont Lozère en el marco del Macizo Central. Figura: Hèctor Orengo.

### 3.1 Relieve, red hidrológica y geología.

Los Cévennes constituyen la zona del Macizo Central con mayor desnivel (Mauduy, 1975), con un territorio que se extiende entre 200 y 1.700 m s.n.m. La región de Hautes Cévennes (1250-1.700 m s.n.m.) comprende los macizos del Mont Lozère (1.699 m s.n.m.) y Bougès (1421 m s.n.m.) al norte, y el Mont Aigoual-Lingas (1565 m. s.n.m.) al suroeste. Estas elevaciones delimitan las cuencas de drenaje mediterránea y atlántica (Valadas, 1984). La región de Grandes Causses (750-1250 m s.n.m.) se caracteriza por altiplanos calcáreos cortados por cañones en el fondo de los cuáles se suelen albergar la mayor parte de núcleos de población y vías de comunicación. Por otra parte, los valles cevenoles (250-1.000 m a.s.l.) presentan una morfología muy encajada con fuertes pendientes en los valles. Por tanto, no es de extrañar que muchos de los caminos actuales aprovechen estos ejes naturales de comunicación como es el caso de la carretera de Alès a Mende, que aprovecha el curso del Gardon d'Alès, Miramente y el Bramont, afluentes del Tarn y el Lot (PNC, 2007a).

El Mont Lozère es la partición entre dos cuencas hidrográficas, la mediterránea y la atlántica. El límite entre ambas pasa por el Col de Jalcreste (832 m a.s.l.) y el Aigoual, correspondiendo al eje noreste-suroeste de Cévennes. La cuenca Atlántica incluye los cursos del Lot y el Tarn que nacen el Mont Lozère y también los afluentes Jonte y Dourbie. Por otra parte, en la cuenca mediterránea drenan los cursos del Altier, Cèze, Gardons y Hérault (PNC, 2007a; Massé, 2012) (Fig. 3). Los encajes de las redes hidrográficas suelen ocurrir sobre rocas erosionables como son las margas y los esquistos, o también sobre substrato calcáreo o a lo largo de las líneas de falla. Estos cursos constituyen las zonas donde históricamente se han establecido molinos o fábricas que aprovechan la fuerza hidráulica, o se han aprovechado como zonas irrigadas llamadas *béals* (PNC, 2007a; Marty, 1983).



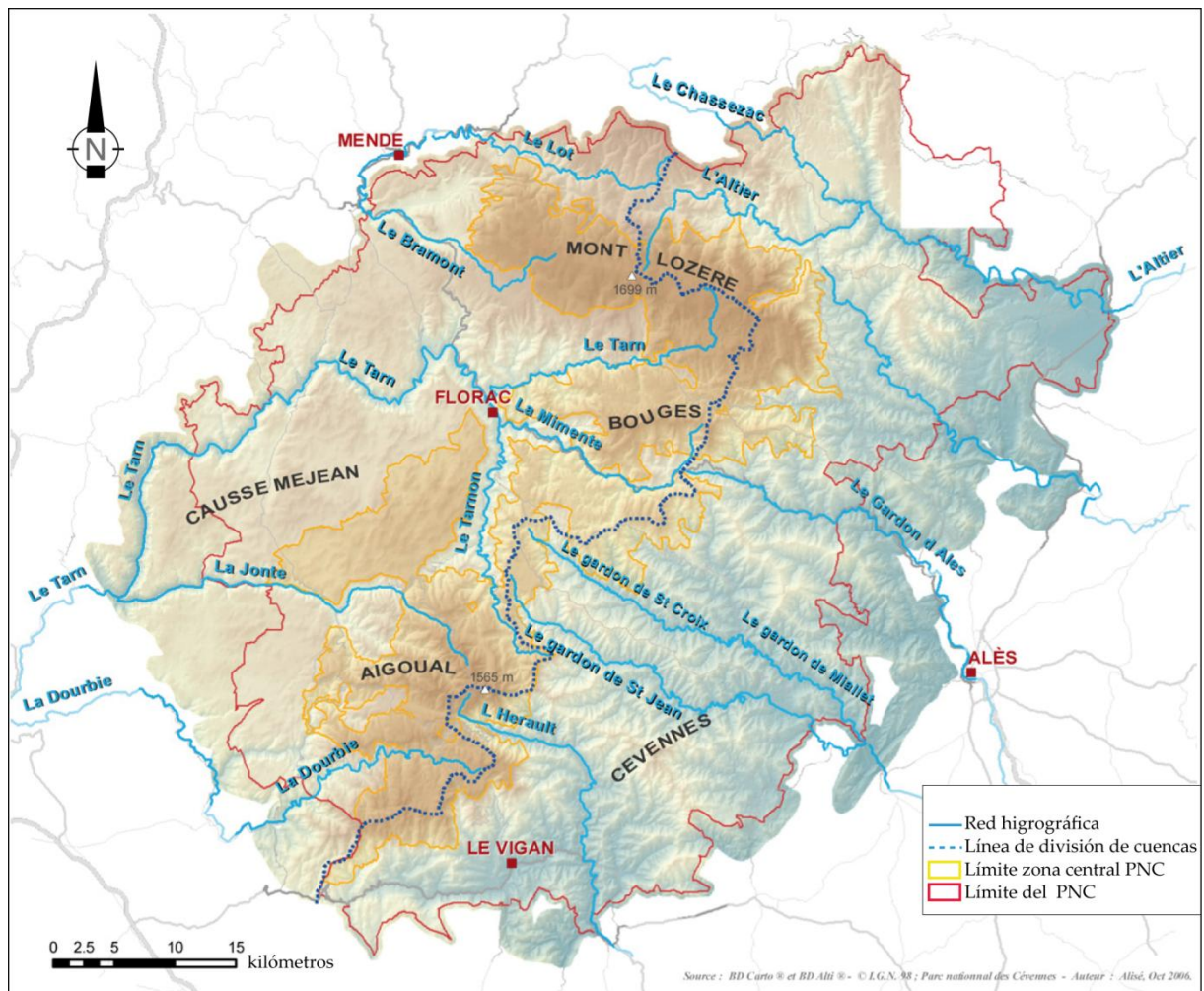
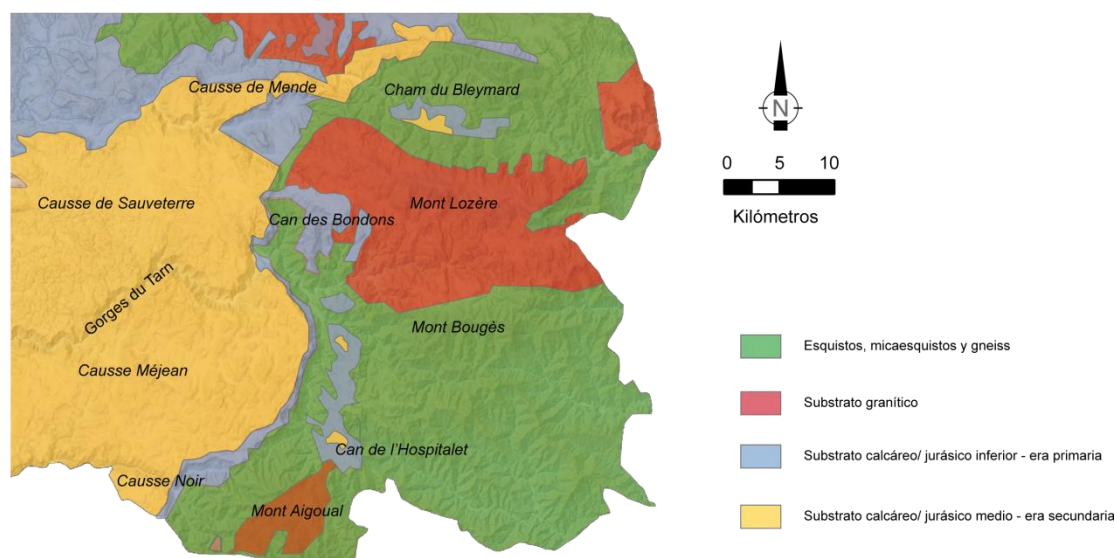


Fig. 3- Red hidrográfica del Parque Nacional de Cévennes. Fuente: PNC, 2007a.

Geológicamente la región de Cévennes se divide en cuatro grandes unidades estructurales con características litológicas diferenciadas (Fig. 4). En primer lugar, los Altos Cévennes constituyen macizos antiguos elevados formados mayoritariamente de granito que pertenece al zócalo Herciniano (Massé, 2012). En esta unidad se incluyen el Mont Lozère, Bougès, Mont Aigoual y Lingas. Estos macizos están rodeados de rocas metamórficas. Se trata principalmente de gneis, en contacto con el granito en el Mont Lozère, Bougès y Mont Aigoual. Cabe decir que en el Mont Lozère existen áreas aisladas de roca calcárea denominadas *Cans*, hoy en día muy fragmentadas y dispersas como consecuencia de la erosión. Estas zonas calcáreas constituyen zonas de alto interés agrícola por la fertilidad del suelo (Martin & Colas, 1999).



**Fig. 4-** Mapa litológico de la zona del Mont Lozère, Causses, Mont Aigoual y Mont Bougès. Elaboración propia a partir del mapa geológico de Geoportail ©. Base cartográfica: Fabien Cerbelaud.

El Mont Lozère es una estructura mayor de unos 30 km de largo y 15 km de ancho orientada noroeste-sureste que se extiende entre los 900 y 1699 metros de altitud (Valadas, 1984). El sustrato es granítico en todo el Mont Lozère y aflora en forma de *felsenmeer* de grandes bloques rodados o caos en las zonas somitales (Bouladon 1960; Valadas, 1984; Valadas & Bernard-Allée, 1991). El macizo está formado por una línea de falla con relieves suaves superiores a 1500 m s.n.m. que dominan una topografía en forma de rellanos que se disponen longitudinalmente. Estos pisos se intercalan en una sucesión de rellanos y de desniveles abruptos, formando una estructura en forma de escalones que parece ser el resultado de una tectónica diferenciada de la de las cimas (Valadas & Bernard-Allée, 1991). Esta estructura genera relieves suaves a norte y sur del macizo, sobretudo en el flanco occidental, siendo éstos más pronunciados en la parte este (Massé, 2012). Así pues, por el oeste, el Mont Lozère finaliza en una zona plana denominada altiplano des Causses du Masseguin y de Bondons, seguido por las depresiones de Lanuéjols y Saint-Étienne-du-Valdonnez. Al este, en la zona de Villefort y Genolhac, el límite del macizo es más abrupto, con un fuerte desnivel que alcanza los 900 metros. El relieve suave y la existencia de una superficie llana, junto con otros condicionantes litológicos, topográficos e incluso antrópicos, favorecen la existencia de numerosas zonas turbosas (PNC, 2007a). La existencia de un

relieve rodeado de valles profundos, junto a las lluvias torrenciales de primavera y otoño, favorece la alteración y erosión del granito (Massé, 2012). La geología de la zona ha permitido la explotación de los recursos polimetálicos, esencialmente el plomo argentífero (Baron, 2005; Ploquin *et al.*, 2010). Las vetas de mineral se sitúan en las zonas de contacto entre materiales metamórficos y dolomíticos, y por lo tanto rodean el área granítica central del Mont Lozère (Baron *et al.*, 2006).

En los espacios intermedios entre los llanos somitales y los fondos de valle, la morfología del macizo se caracteriza por un paisaje de alveolos, que aprovechan las cubetas formando un fondo plano frecuentemente hidromorfo (Allée *et al.*, 1994; Valadas, 1984). Estos elementos geomorfológicos siguen los grandes ejes hidrográficos y son más frecuentes en la vertiente sur del Mont Lozère. Estas zonas constituyen verdaderos núcleos estructurantes de las actividades humanas dentro del sistema agropastoral de la montaña (*vedi infra*).

Otra unidad geológica corresponde a las Cévennes esquistosas que alternan entre líneas de cresta y estrechos valles denominados *vallats*, situadas entre 250 y 1000 metros de altitud. Esas zonas han sido históricamente acondicionadas mediante terrazas de cultivo (Valadas, 1984). Una línea de falla separa la zona constituida por esquistos de los altiplanos calcáreos de la época secundaria de escasa altitud, más cercanos del valle de Rhône, como Gras al sur de Ardèche y las garrigas del Gard (PNC, 2007a).

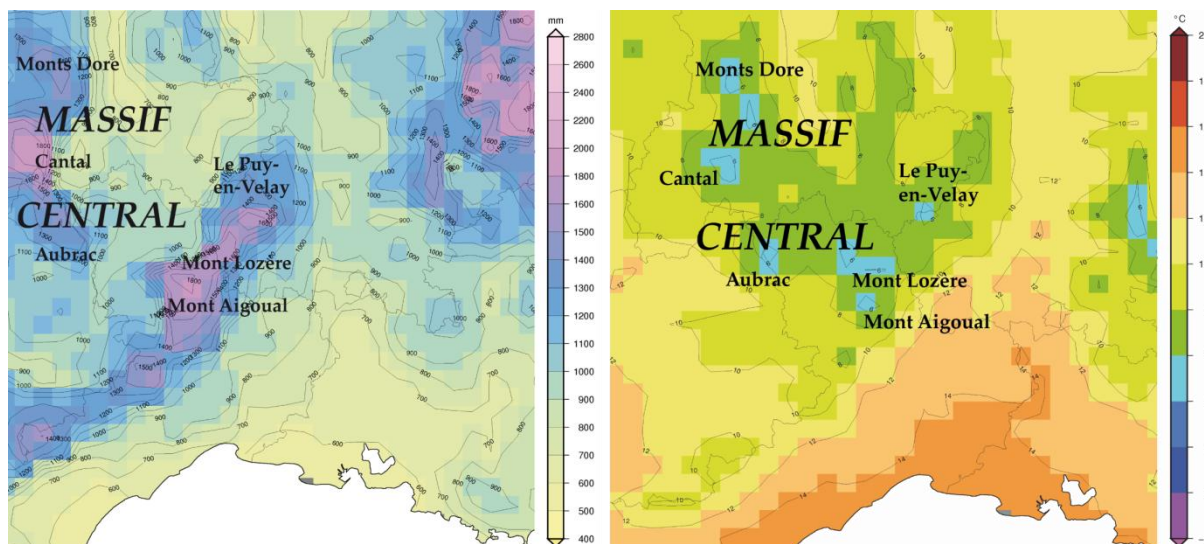
Finalmente, las Causses constituyen un gran altiplano calcáreo situado entre los 750-1250 m s.n.m. en el que se encajan barrancos y cañones. De norte a sur se extienden las Causses de Sauveterre, Méjean y Noir. Estas tres grandes unidades de las Causses están flanqueadas por otras de menores dimensiones (v.gr., Causse de Mende) y por núcleos calcáreos aislados (v.gr., Bondons o L'Hospitalet), que en su conjunto formarían antiguamente una gran superficie única. En la zona de Cham des Bondons se registra la ocurrencia de oteros formados por margas jurásicas, como en el caso de la elevación Eschino d'Aize (Massé, 2012). Las dolomías abundan en estas zonas, alternando con el substrato calcáreo, formando estructuras geológicas denominadas *lapiaz* (v.gr., Nîmes-le-Vieux o Montpellier-le-Vieux). En la zona norte de la Montaña de Goulet y del Mont Lozère afloran zonas de reductos

calcáreos siguiendo la línea de falla: es el caso de las causses de Daufage y Bleybard-Coubières que constituyen zonas fértiles para la agricultura (Massé, 2012; PNC 2007a).

### 3.2 Clima y pluviometría.

El Mont Lozère presenta un clima montano pero con afinidades bioclimatológicas mediterráneas en su vertiente sur (Sosa *et al.*, 1990). Las influencias mediterráneas se manifiestan con la formación de grandes depresiones en primavera y otoño que provoca fuertes e intensas lluvias y crecidas de los cursos fluviales. El viento predominante es de poniente. Sin embargo, el clima se vuelve progresivamente más oceánico hacia el norte, caracterizándose por precipitaciones más regulares a lo largo del año (Jestin, 1998).

La precipitación media anual es de 1600 mm en la estación de Pont de Montvert (875 m s.n.m.), aunque cabe remarcar cierta sequía estival lo que evidencia la influencia climática mediterránea (Fig. 5). La pluviometría se caracteriza por la abundancia y la violencia de las precipitaciones y la heterogeneidad de éstas. La distribución de las precipitaciones sigue *grosso modo* un gradiente altitudinal (Mitard, 1927; PNC 2007a), con un incremento pluviométrico en el Mont Lozère según evidencian los datos de la estación meteorológica de Mas de la Barque (1.430 m s.n.m.), con valores de hasta 2.500 mm anuales. La vertiente sur del Mont Lozère es más húmeda dado que los contrafuertes del Mont Aigoual actúan como barrera de las masas de aire cálido provenientes del Mediterráneo (Sosa *et al.* 1990), siendo las precipitaciones considerablemente más bajas en la vertiente norte. El clima montano del Mont Lozère se va haciendo más templado descendiendo hacia los valles o sobre las vertientes meridionales, sobre todo en los valles cevenoles del Gard y las denominadas *avant Causses*. Esta influencia mediterránea se traduce en veranos calurosos e inviernos suaves, pero también en precipitaciones intensas en primavera y otoño.



**Fig. 5-** Mapa de precipitación media anual a la izquierda y de temperatura media anual a la derecha. Modificado a partir de [drias.climat.fr](http://drias.climat.fr) ©.

La temperatura muestra también fuertes contrastes dentro del PNC. En general se produce un descenso de la temperatura a medida que se asciende en altitud. Sin embargo, las cuencas interiores muestran temperaturas más frías que la periferia de los macizos montañosos (PNC, 2007a). Las temperaturas medias anuales están comprendidas entre 6-10°C, con un mínimo en el Mont Lozère de 3,2°C. El frío más intenso se documenta en las zonas de máxima altitud. Así por ejemplo, en Mas de la Barque se registraron valores de -23,5 °C en enero de 1985. El mes más frío corresponde a enero, mientras que el más caluroso, a julio. Por encima de los 1.300 m s.n.m., la niebla juega un papel muy importante en el balance hídrico, siendo también importantes en los fondos de valle en otoño.

### 3.3 El paisaje vegetal.

La vegetación de Cévennes se caracteriza por una gran riqueza y diversidad de biotopos (Fig. 6). En una zona eminentemente montañosa como la que nos ocupa, la altitud juega un papel importante en la distribución de las formaciones vegetales, que se distribuyen en *pisos de vegetación* (PNC 2007a; Godron, 1988; Ozenda, 1975). En este contexto regional, el Mont Lozère se caracteriza por presentar un límite superior del bosque anormalmente bajo -

inferior a los 1400-1500 m s.n.m.- por lo que le correspondería a su serie de vegetación (Allée & Paradis, 2011; Reille, 1990). Este hecho ha sido ampliamente discutido en relación a la extensión de formaciones herbáceas de *Nardus stricta* (*Nardion strictae*) que han sido interpretadas o bien como el resultado de condicionantes climáticos (Braun-Blanquet, 1923; Lemée 1943a) o de la histórica presión pastoral (Beaulieu & Gilot, 1972; Reille, 1988, 1990). Sin embargo, los estudios más recientes no dejan dudas sobre el origen antrópico de este tipo de vegetación somital, rechazamos el término subalpino para referirse a la vegetación de los espacios supraforestales. Por este motivo, es preferible utilizar el término *piso montano somital* para denominar a estos medios

Sin embargo, debe tenerse en cuenta que la distribución de la vegetación de los Cévennes responde a una variedad de condicionantes aparte de la altitud, como son la exposición de la vertiente (solana o umbría), la geología (granítico, esquistos o calcáreo), el clima y el régimen pluviométrico (montano, atlántico o mediterráneo). Otro factor de especial relevancia en la estructuración y evolución de la vegetación en este área, como en muchas montañas europeas, corresponde a las actividades humanas históricas como el agrosilvopastoralismo (Alexandre, 2003). En este sentido, la utilización de los pisos de vegetación en esta descripción biogeográfica debe ser entendida como medio de representación de las unidades descritas, aunque este esquema constituye un modelo teórico que se basa en la vegetación potencial de cada franja altitudinal sin tener en cuenta por ejemplo la variable antrópica.

**Piso montano somital** (1500/1550-1700 m s.n.m.) Tan solo se localiza sobre algunas zonas del Mont Lozère sobretodo en su vertiente norte. Está constituido por un mosaico de landas formadas por *Calluna vulgaris* y *Vaccinium myrtillus* (*Genisto pilosae-Vaccinion uliginosi*), landas somitales de *Juniperus communis* spp. *nana* (*Juniperion nanae*), y por formaciones herbosas de *Nardus stricta* (*Nardion strictae*). Otras especies secundarias características de esta franja altitudinal son *Pulsatilla vernalis*, *Alchemilla alpina* aunque también existen núcleos arbóreos aislados de *Fagus sylvatica*, *Abies alba* (*Ilici aquifolii-Fagenion sylvaticae*) y *Pinus sylvestris* (*Cytisodoromediterranei-Pinenion sylvestris*) (PNC, 2007a; Jestin, 1998). En la zona noreste del Mont Lozère (Bois des Armes o Chalet de l'Aigle) se encuentran hayedos de altitud (*Acerion*



*pseudoplatani*) sobre suelos profundos con exposición de umbría (PNC, 2007a). Este tipo de formaciones tolera bien las precipitaciones elevadas, la nieve abundante, las heladas recurrentes así como los vientos fuertes. El estadio arborescente está formado por *Fagus sylvatica* asociado a *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula* y a veces también *Acer pseudoplatanus* y *Abies alba*. Esta formación presenta abundancia de *Rosa pendulina* y un estrato herbáceo es denso y formado por comunidades de megaforbio (Bensettiti *et al.*, 2001).

**El piso montano** (800/900-1500/1550 m s.n.m.) se extiende especialmente en zonas silíceas y está dominado por los hayedos, con presencia de formaciones mixtas de hayedo-abetal (*Ilici aquifolii-Fagenion sylvaticae*) en las zonas donde las heladas son más frecuentes. Estas formaciones arbóreas pueden formar una estructura en mosaico con landas y coníferas. El límite inferior de este piso se caracteriza por un bosque mixto de *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea* y *Quercus pubescens*, aunque el haya es la especie predominante por encima de los 900 m s.n.m. aproximadamente. Esta especie se extiende en los principales macizos silíceos (Aigoual, Mont Lozère y Bougès), donde llega a alcanzar los 1500 m s.n.m. También está presente en las zonas de umbría de las Causses y los Cans a altitudes inferiores a los 1000 m s.n.m., aprovechando las condiciones microclimáticas frías. Este último tipo de hayedos se clasifican como hayedos secos, en los cuales destaca la presencia de *Lilium martagon* (Jestin, 1998). El abeto (*Abies alba*) aparece discretamente de forma natural en la vertiente noreste del Mont Lozère y del macizo de Bougès, sobretudo en zonas de desprendimientos (Jestin, 1998). Las landas con *Cytisus oromediterraneus* y las formaciones herbosas de *Festuca paniculata* spp. *paniculata* y *Nardus stricta* aparecen localmente favorecidas por las actividades pastorales (PNC, 2007a). Las zonas de la vertiente norte del Mont Lozère por encima de los 1.200 m s.n.m. están dominadas por landas que ocupan un 22% de la superficie de la ZIC (web Natura 2000). Estas formaciones vegetales deben su expansión a la utilización de la quema pastoral y el paso de ganado, que favorecen su perdurabilidad e incluso, su extensión. Sin embargo, el abandono de tales prácticas comporta una dinámica progresiva que conduce a una sucesión de especies pioneras como son el abedul, el pino silvestre o el pino negro (Jestin, 1998).

Actualmente, este piso montano está siendo ocupado principalmente por *Pinus sylvestris*, *Pinus uncinata*, *Picea abies* y, en menor medida por *Larix* sp. y *Abies* sp., como consecuencia de las reforestaciones o de la recolonización forestal (PNC, 2007a). Estas extensiones arbóreas replantadas ocupan principalmente la vertiente sur alcanzando una cota altitudinal de 1300/1400 m s.n.m. Estas zonas boscosas han ido siendo replantadas desde finales del s. XIX con el objetivo de estabilizar las vertientes en el marco de la ley RTM (*Restauration des Terrains de Montagne*) que supuso la adquisición de tierras por parte del Estado, proceso que siguió durante el s. XX y se extendió hasta la década de 1970. En el Mont Lozère, se produjeron tres olas de replantaciones forestales: una primera entre 1890 y 1910 con plantaciones de *Pinus uncinata* por encima de 1400 m s.n.m., una segunda de *Picea abies* entre 1925 y 1935 y una última con diferentes especies resinosas durante la década de 1970 (Martin *et al.*, 2004; Carbonne, 1997). Sin embargo, cabe decir que las reforestaciones fueron mucho más discretas en el Mont Lozère que en otros sectores del PNC como el Aigoual, donde representan el 40% de la superficie forestal actual (Allée & Paradis, 2011; PNC, 2007a). Sin embargo, la tendencia a una progresiva expansión de estos bosques debe ser puesta en relación con la *remontée biologique* consecuencia del abandono de las actividades humanas (Quezel, 1999; Alexandre, 2003). Efectivamente, el declive de la trashumancia está conduciendo a una recolonización natural de las formaciones herbosas con *Nardus stricta* por parte de diversas especies de pino, entre las que predominan *Pinus sylvestris* y *Pinus uncinata* (Curt *et al.*, 2003).

El **piso supramediterráneo** (500/600-800/900 m s.n.m.) se desarrolla bajo condiciones climáticas de influencia mediterránea, y en él predominan las formaciones de *Quercus pubescens* con *Buxus sempervirens* y con presencia de *Quercus petraea* (*Quercion pubescenti-sessiliflorae*). Esta zona también está caracterizada por la presencia de *Castanea sativa* (*Quercion ilicis*), a veces mezclada con *Quercus petraea*, especie que suele colonizar los castaños abandonados. Las condiciones edáficas (suelos profundos) y la notable humedad han favorecido las plantaciones del castaño en el macizo, que hoy en día ocupan entorno a 50.000 ha. Este árbol ha jugado un papel relevante en la economía local y regional a nivel histórico debido sobre todo a la recolección de sus frutos, pero también por la utilización de la madera



y la explotación de taninos (Jestin, 1998). En este piso, las landas son incendiadas frecuentemente, siendo colonizadas por especies pioneras como *Betula* sp., *Pinus sylvestris*, *Fraxinus excelsior* y *Prunus avium*. Por otra parte, en zonas de mayor influencia mediterránea, el robledal con boj se expande sobre substrato calcáreo, mientras que sobre substrato silíceo, se extienden los robledales de *Quercus pubescens* con *Castanea sativa* y *Pinus sylvestris* (PNC, 2007a; Brézolles, 1967; Godron, 1988).

En el **piso mesomediterráneo** (200-500/600 m s.n.m.) predominan los encinares (*Quercus ilex*, *Quercion ilicis*). Sobre suelos calcáreos y profundo, la encina aparece acompañada de *Quercus pubescens* en las vertientes de umbría mientras que en las vertientes secas y rocosas de substrato silíceo, *Quercus ilex* se encuentra entremezclado con cistáceas y *Erica arborea*. En la zona de Basses Cévennes con suelos calcáreos y de arenisca, se extiende la garriga con presencia de *Pistacia terebinthus*, *Buxus sempervirens*, *Lonicera implexa* y *Amelanchier* sp. (*Rhamno lycioidis-Quercion cocciferae*). En sectores de suelos esqueléticos, de afloramientos de rocas calcáreas y zonas degradadas destaca la presencia de *Juniperus oxycedrus* con presencia de otras especies de medios secos como *Lavandula* sp., *Genista scorpinus* y *Thymus* sp. Hay que destacar la presencia de cultivos de *Olea europaea*, *Vitis vinifera* y *Prunus dulcis* en las zonas bajas de clara influencia mediterránea. Sin embargo, históricamente el encinar se ha visto con frecuencia suplantado por *Castanea sativa* y puntualmente por *Pinus nigra* spp. *salzmanii*. Además, toda la franja meridional de las Cévennes silíceos está ocupada hoy en día por *Pinus pinaster*, como resultado de las plantaciones inicialadas a finales del s. XIX, la acción del fuego y el abandono de las actividades agropastorales en el sector (Godron, 1988; PNC, 2007a).



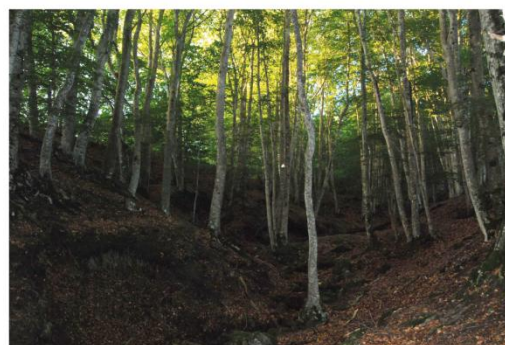
Landas de *Calluna*, recolonización de pinos y reforestaciones en el fondo de la imagen.  
Foto: Gabriel Servera Vives

Espacios asilváticos de las cumbres dominados por *Nardus stricta*  
Foto: Gabriel Servera Vives



Paisaje en mosaico con recolonización de pinos y reforestación con resinosos.  
Foto: Gabriel Servera Vives

Hayedo en el Plateau de l'Hermet (cara sur del Mont Lozère)  
Foto: M. Lehéricy



**Fig. 6-** Vistas de los principales paisajes vegetales del Mont Lozère.

### 3.4 Los usos del suelo recientes.

Los usos del suelo del Mont Lozère se distribuyen principalmente siguiendo un gradiente altitudinal. Desde época medieval y hasta mediados del S.XIX, la estructura agraria del Mont Lozère, así como de otras zonas de media montaña graníticas del Macizo Central francés, se ha explicado frecuentemente en base a la lógica de alveolos distribuidos según una organización en torno a tres unidades: *ager*, *silva* y *saltus* de (Fel, 1962; Valadas, 1984; Allée *et al.*, 1994; Allée, 2003). Estos alveolos constituían los núcleos cultivados, generalmente de centeno, rodeados de landas periféricas con frecuencia pastoreadas y gestionadas mediante quemas periódicas. El rellano del alveolo ha sido ocupado desde antiguo debido a las suaves pendientes (*ager*), microclima suave, suelos gruesos con buena disponibilidad hídrica, etc. Las zonas de pendiente que conectan el alveolo con el fondo de valle pueden ser ocupadas por prados de siega. Por otra parte, existiría lo que podríamos denominar *saltus*, es decir las zonas incultas dedicadas frecuentemente al pastoralismo. Estos espacios ocuparían esencialmente las zonas de fuertes pendientes, las cumbres y los llanos somitales (Allée *et al.*, 1994; Valadas, 1984).

Tradicionalmente, la principal actividad económica del Mont Lozère ha sido la ganadería que aprovecha los prados altimontanos de cervuno que se extienden por encima de los 1300 m s.n.m. Estos prados ocupan aproximadamente el 23% de la Zona de Interés Comunitario (ZIC) del Lozère (web Natura 2000). Esta actividad ha ido históricamente ligada a un sistema agropastoral extensivo en el cual los rebaños eran desplazados estacionalmente a lo largo de largas distancias en función de la disponibilidad de pastos durante el año (Biber, 2010). En este sistema trashumante, las *drailles* o cañadas constituían las vías de comunicación usadas para la conexión desde el llano del Languedoc, donde se encuentran los pastos de invierno, hasta los pastos de verano situados en las zonas montañosas del Macizo Central (Clément, 1983). Estos caminos siguen las crestas de las montañas para evitar descender en los valles donde predominan otros usos, generalmente agrícolas (PNC, 2007a). Existen dos cañadas que atraviesan el Mont Lozère: la *draille* de la Margeride al Oeste, que cruza la zona de la Serre de Countrasts, y la del Gévaudan al Este del macizo, que cruza el Col de Finiels (Magne & Clavé, 1956; Clément, 1989; Biber, 2010). Sin embargo, a estas drayes o ejes transversales se se les deben añadir otras de accesorias que constituyen ejes transversales que

discurren de Este a Oeste y que normalmente responden a dinámicas económicas microregionales (Magne & Clavé, 1956). Los datos históricos muestran la importancia de esta trashumancia en el sector, contando 100.000 ovejas a principio del S.XVIII y 326.000 cabezas de ganado trashumante en 1850, mientras que el declive se aprecia en 21.000 ovejas en 1961 y tan sólo 10.230 en 1977 (Brisebarre, 1977; Gensane (de), 1776; Rieutort, 2006). Este retroceso de la trashumancia coincide con el hecho que entre 1901 y 1968 los municipios del Lozère perdieron entorno al 60% de la población a causa del éxodo rural (Marty, 1983). Hoy en día, se puede hablar de una especialización de la cabaña bovina en los sectores montanos situados en el corazón del PNC.

Por otra parte, los bosques de la región han sido históricamente utilizados para la producción de madera de obra y carbón. Las actividades de carboneo están bien documentadas desde época medieval, entre los siglos XI-XIV AD (Allée *et al.*, 2010; Paradis-Grenouillet, 2012). Sin embargo, las actividades agropastorales condujeron a la retracción masiva de las masas arbóreas en el S.XVIII-XIX (Saboulin Bollena, 1983).

Las zonas de cultivos se sitúan por lo general a cotas inferiores a los 1.250 m s.n.m. y representan el 15% de la ZIC (web Natura 2000). Hoy en día los campos están destinados esencialmente a la producción de forraje herbáceo para el ganado, aunque existen cultivos de cereales. El trigo constituye el cultivo de preferencia en los campos situados sobre substrato calcáreo mientras que el centeno lo es sobre substrato de graníticos o esquisto. En la zona del Mont Lozère, debe destacarse la importancia de la zona de Bondons como área de cultivo cerealista. Por otra parte, el 12% de la ZIC del Mont Lozère (web Natura 2000) está ocupada por zonas de árboles plantados, principalmente castaños.

A partir de mediados del S.XX se produce una desestructuración del sistema agropastoral tradicional, como consecuencia de la apertura del mercado y del éxodo rural. A principios del s. XX se produce una expansión del sector bovino en detrimento del ovino, siendo a partir de la década de 1950 cuando se puede hablar de una verdadera especialización bovina en el Lozère (Marty, 1983). Las zonas de cultivo se convierten en marginales y decae el cultivo de centeno. Efectivamente, entre 1950 y 1970, se produce un proceso de transformación de la fisionomía del campo donde los antiguos pastos y campos de cultivo

son colonizados por las landas (Fig. 7). Los rebaños trashumantes siguen llegando pero ya con muchos menos efectivos y se produce un proceso de marginalización del espacio dedicado a la trashumancia (Marty, 1983; Rieutort, 2006). Así pues, con posterioridad a la II Guerra Mundial, la caída de la actividad trashumante se acelera en el Lozère, sumando 50.000 efectivos en 1956, 30.000 en 1969 y tan solo 10.000 en 1975 (Magne & Clavé, 1956; Miossec & Saussol, 1971). Hoy en día, se mantiene una cierta actividad la trashumancia en el Mont Lozère y el Mont Aigoual de poca entidad (Miossec & Saussol, 1971). Por otra parte, la gestión del parque tiene como uno de los principales objetivos la conservación de los espacios abiertos de altitud, entre las que destacan las formaciones herbosas de *Nardus stricta* (Curt *et al.*, 2003).



**Fig. 7-** Ejemplos de usos del suelo en el Mont Lozère. A la izquierda, foto de una landa pastoreada parcialmente colonizada por pinos (Foto: G. Servera Vives). A la derecha, campo de cereales en el Cham de Bondons con las elevaciones de Eschino d’Aze y los Puechs al fondo (Foto: Myrabella Wikimedia Commons).



## **4 INTRODUCCIÓN A LA ARQUEOLOGÍA EN EL MONT LOZÈRE**

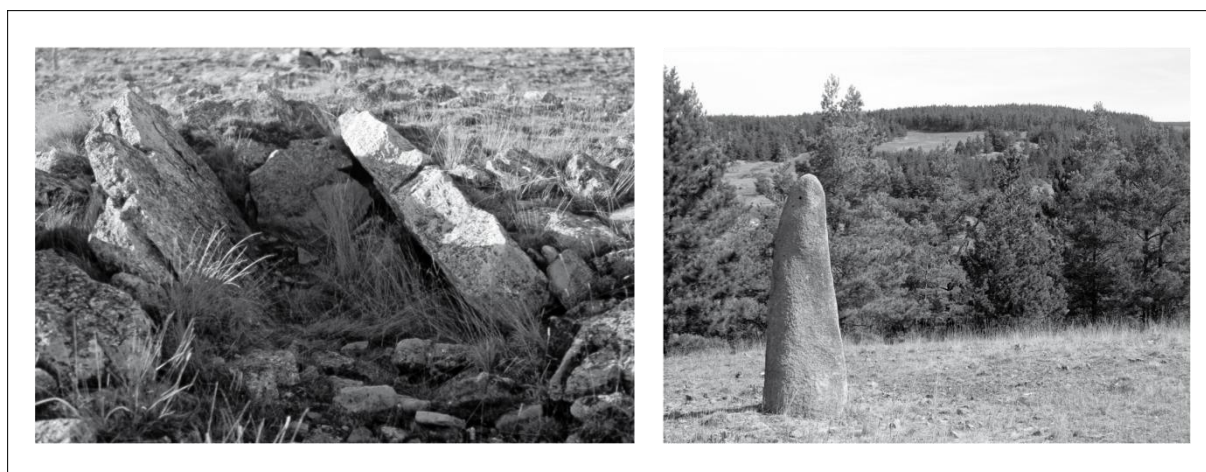




#### 4.1 Megalitismo y yacimientos funerarios pre- y protohistóricos.

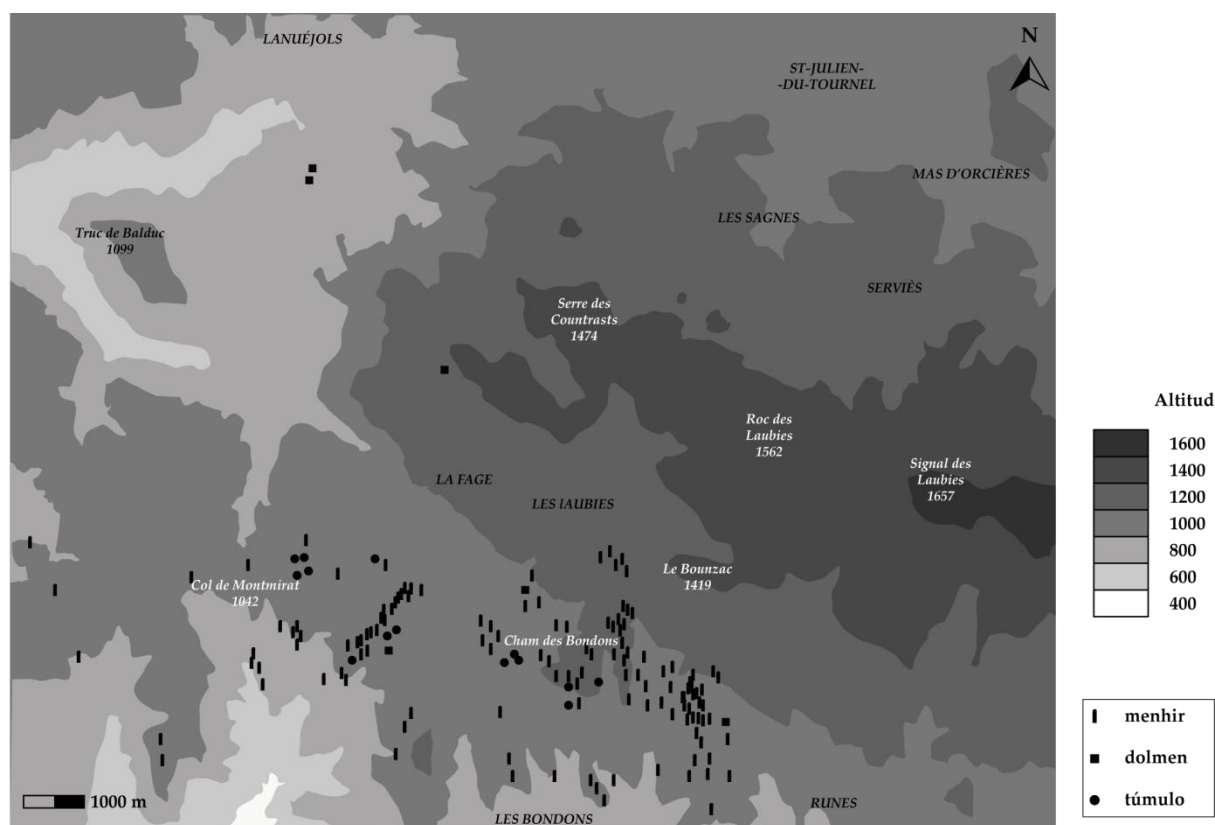
Se dispone de numerosas evidencias arqueológicas de época neolítica en la zona del Mont Lozère especialmente de una importante presencia de megalitos de la zona de Cham des Bondons (Fig. 8 y 9). De hecho en el Mont Lozère se encuentra la segunda mayor concentración de megalitos de Europa, solo después de Carnac en la Bretaña (Bruno, 2003; Trintignac, 2012). En esta zona se documentan entorno a 150 menhires, además de numerosos dólmenes. Los menhires fueron elaborados con material granítico y se dispusieron en posición vertical en zonas de terreno calcáreo.

Todas las manifestaciones megalíticas (menhires y dólmenes) se localizan en la zona calcárea que se extiende al suroeste del Mont Lozère. Los menhires son de cronología controvertida, aunque está generalmente aceptada su atribución al Neolítico (Fages, 2007). Sin embargo, a veces se reutilizaron en la construcción de dólmenes, lo cual podría sugerir que podrían haber sido erigidos con anterioridad al Neolítico Final. De todos modos, los trabajos sobre el megalitismo en el Auvergne realizados por F. Surmely parecen indicar que si bien los grupos de menhires pudieron construirse durante el Neolítico y durante el Bronce, los menhires aislados podrían tener una cronología que se alarga hasta la época galorromana (F. Surmely, comunicación personal).



**Fig. 8-** Ejemplos de megalitos en el Mont Lozère. A la izquierda, vista del dolmen des Combes (Fotografía: G. Fages) y a la derecha, menhires del Cham des Bondons (Fotografía: P Allée).

En lo que se refiere a los dólmenes, estos reflejan del paso de inhumaciones individuales a colectivas, un proceso que parece iniciarse en el Neolítico Final (Fages, 2007; Beyneix *et al.*, 2001). Sin embargo, cabe decir que un gran número de estos yacimientos fueron reutilizados durante el Calcolítico, la Edad del Bronce y la Edad del Hierro (Beyneix *et al.*, 2001; Trintignac, 2012). Se conocen algunos dólmenes próximos a la zona de estudio, como el caso del dolmen de Chapieau, cerca de la Fage (Lanuégols) que fue construido durante el Neolítico Final/Calcolítico (Dedet, 2001). Otro ejemplo lo constituye el dolmen de Combes cuya fase inicial se puede situar en el Neolítico Final/Calcolítico (Fages, 1988; Dedet, 2001). Ambos dólmenes sufrieron reutilizaciones posteriores durante la Edad del Bronce y del Hierro (Trintignac, 2012). En la comuna de Ispagnac, el denominado Túmulo XIII corresponde en realidad a un dolmen del Neolítico Final reutilizado durante la Edad del Hierro I (Dedet, 2001).



**Fig. 9-** Mapa de localización de los megalitos y túmulos localizados en la zona del Mont Lozère. Elaboración propia a partir de PNC (2007b).

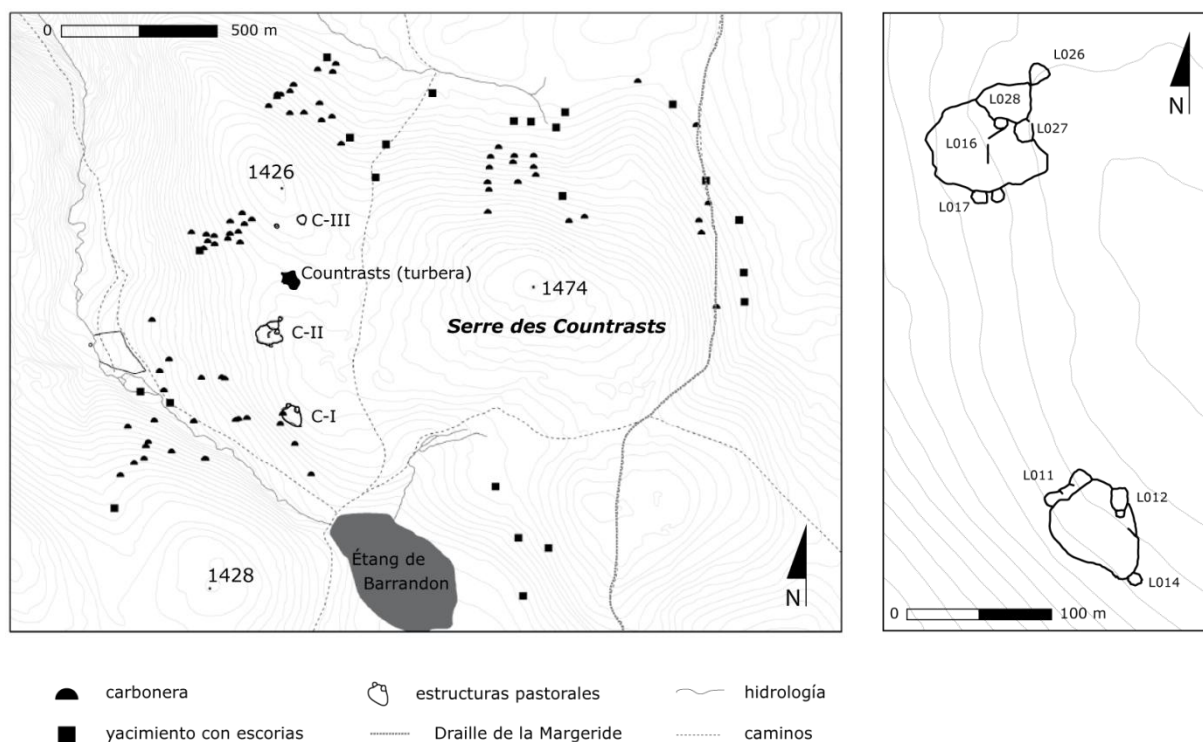
Otro fenómeno funerario a destacar es la construcción de túmulos durante el Bronce Final y el Hierro I (Dedet, 2001; Fages, 2012). Un ejemplo lo constituye el túmulo de Freyssinel (Saint-Étienne-du-Valldonez), localizado en la zona noreste del Causse de Sauveterre y donde se documentaron varias inhumaciones. El túmulo fue reutilizado durante la Edad del Hierro I (Dedet, 2001). En la zona de los Bondons, el túmulo de Combes parece fecharse en el Bronce Final (Boutin, 1990; Dedet, 2001). En la zona de Chabrits (Mende) existen ocho túmulos funerarios del periodo Hierro I (Trintignac, 2012). En Saint-Étienne-du-Valldonez se han documentado numerosos túmulos funerarios en la zona de Balzaguette, así como también en les Bondons donde el denominado Túmulo Bondons I registró una inhumación datada entorno al 750-600 BC (Dedet, 2001). En el Cham des Bondons existen cuatro túmulos, de los cuales uno ha sido objeto de excavación. Esta sepultura contenía un sujeto adulto con una espada de hierro y una urna con restos de ovicaprino y un cerdo recién nacido (Dedet, 2001). El conjunto de materiales permite situar el túmulo entorno al 750-700/650 BC (Fages, 1987; Dedet, 2001). También en la comuna de Bondons, el túmulo de Caousou Viel se sitúa a tan sólo 500 m al suroeste de la turbera de Veyssière (Dedet, 2001). En la comuna de Ispagnac, destacan los siete túmulos de Freyssinel que fueron excavados por C. Morel y reestudiados por B. Dedet (2001). En uno de estos recintos funerarios (Túmulo XII de Freyssinel) se encontró una espada de hierro que permite su datación entre 750 y 650 cal BC (Dedet, 2001; Trintignac, 2012).

Estas manifestaciones arqueológicas (megalitos y túmulos funerarios) documentadas en los partes de los Causses, inclusive el Cham des Bondons, serían indicativas de un aumento de la ocupación efectiva del espacio, probablemente como consecuencia de crecimientos poblacionales y relacionados con los cambios socioculturales que tienen lugar durante el Neolítico Final, el Bronce Final y la Edad del Hierro I (Fages, 2007; Fages, 2012; Costantini *et al.*, 1985).

#### 4.2 Evidencias de la Arqueología pastoral en el Mont Lozère (Orengo *et al.*, 2011; Palet *et al.*, 2012; Servera Vives *et al.*, 2013).

En el seno del PCR “Pratiques et mobilités territoriales sur le Mont Lozère depuis le Néolithique” en el que se enmarca esta tesis, se han realizado prospecciones temáticas llevadas a cabo por el equipo del GIAP-ICAC entre los años 2010 y 2012. Los yacimientos más interesantes desde el punto de vista arqueológico se sitúan en la zona de Countrasts y se trata de dos grandes cercados con estructuras asociadas (cabañas o lugares de trabajo y pequeños cercados) que fueron objeto de intervención arqueológica. Otra estructura cercana dio resultados negativos (Countrasts III). Los dos grandes cercados (Countrasts I y Countrasts II) se sitúan entre 1390 y 1400 m s.n.m. a proximidad de la turbera de Countrasts y de la Draille de la Margeride, camino trashumante que conecta el llano del Languedoc con el Macizo Central (Fig. 10).

- Countrasts I (1390 m s.n.m.): se trata de un espacio pastoral de gran talla formado por un gran cercado (L013) de forma oval asociado a dos cabañas, una de pequeña talla (L014) y otra de mayor tamaño que podría ser también interpretada como un pequeño cercado (L012). El conjunto se cierra al noroeste por un cercado de forma alargada (L011).
- Countrasts II (1400 m s.n.m.): conjunto pastoral de grandes dimensiones formado por un gran cercado de forma oval (L016), asociado a una gran cabaña situada al sur (L017), un gran cercado (L028=L015) y dos cercados más pequeños de forma circular al noreste (L026 y L027).
- Countrasts III (1410 m s.n.m.): se trata de una estructura pastoral que se sitúa al norte de Countrasts II, de forma indeterminada y probablemente asociada a un cercado.



**Fig. 10-** Localización de las estructuras pastorales de Countrasts, carboneras, evidencias metalúrgicas y de la *Draille de la Margeride*. Figura: Hèctor Orengo.

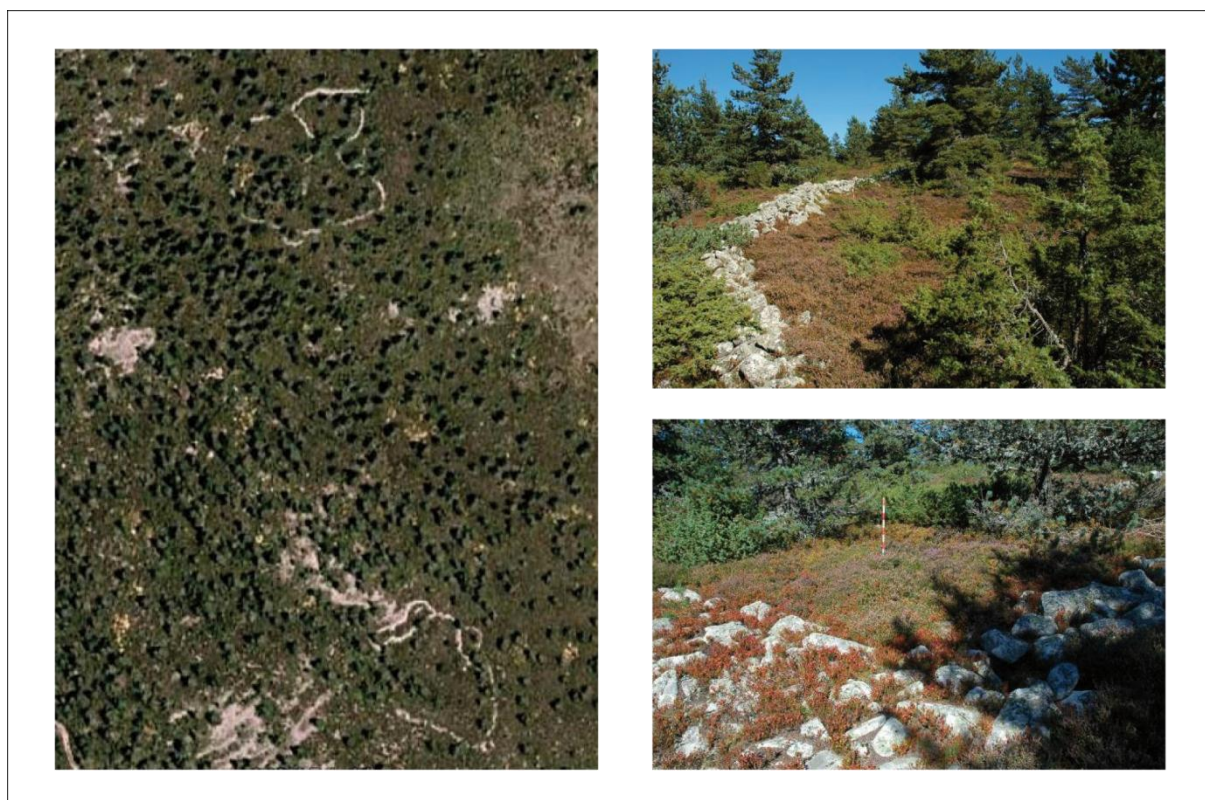
En estas estructuras, se han realizado un total de siete dataciones radiocarbónicas procedentes de seis estructuras diferentes (cabañas y cercados) de los conjuntos arqueológicos de Countrasts I y Countrasts II. Las fechas obtenidas se distribuyen entre ca. 318 cal BC y 1602 cal AD (Tabla 3). De todos modos, según los arqueólogos la datación de la estructura L017 debe tomarse con precaución puesto que la estratigrafía era de poco espesor. Así pues, a parte de esta datación de la Edad del Hierro II, se cuenta con dos dataciones de la Antigüedad Tardía (L026), dos del periodo altomedieval (L027 y L014), una de la Plena Edad Media (L28) y una de la Edad Moderna (L012), poniendo de manifiesto así una larga secuencia de uso de las estructuras y la importancia de este sector para el agropastoralismo al menos durante los últimos 2000 años.

Ref. laboratorio	Yacimiento, estructura y unidad estratigráfica	Tipo estructura	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a $2\sigma$ (cal BC/AD)
UGAMS-9582	CI-L012-UE103	cabaña/cercado	320 $\pm$ 20	1491-1602 AD
UGAMS-10062	CI-L014-UE102	cabaña	1170 $\pm$ 25	777-899 AD
UGAMS-12654	CII-L027-UE104	cercado	1480 $\pm$ 25	545-637 AD
UGAMS-12655	CII-L026-UE104	cercado	1640 $\pm$ 25	340-442 AD
UGAMS-12656	CII-L026-UE110	cercado	1720 $\pm$ 25	251-391 AD
UGAMS-12657	CII-L028-UE105	cercado	750 $\pm$ 20	1237-1283 AD
<b>UGAMS-11153</b>	<b>CII-L017-UE104</b>	<b>cabaña</b>	<b>2240 <math>\pm</math> 25</b>	<b>318-207 BC</b>

**Tabla 3-** Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en las estructuras pastorales de los conjuntos arqueológicos de Countrasts I y II. En negrita la datación descartada.

En la mayoría de estructuras excavadas se documenta una secuencia de ocupación-abandono-derrumbes. De todos modos, la estructura L026 de Countrasts II presenta una secuencia diferente puesto que se han podido documentar dos niveles diferenciados de ocupación (UE-110 y UE-104) intercalados por un nivel de derrumbe/abandono (Fig. 11). Los dos niveles de ocupación se fechan en ca. 251-391 y 340-442 cal AD respectivamente, reforzando la idea de amortización de estas estructuras para fines agropastorales y su ocupación prolongada en el tiempo. En lo que se refiere a materiales arqueológicos documentados estos se reducen a cuatro fragmentos amorfos de cerámica común y un borde de cerámica reductora (L014-UE104) y tres fragmentos de cerámica gris a torno (L028-UE104).

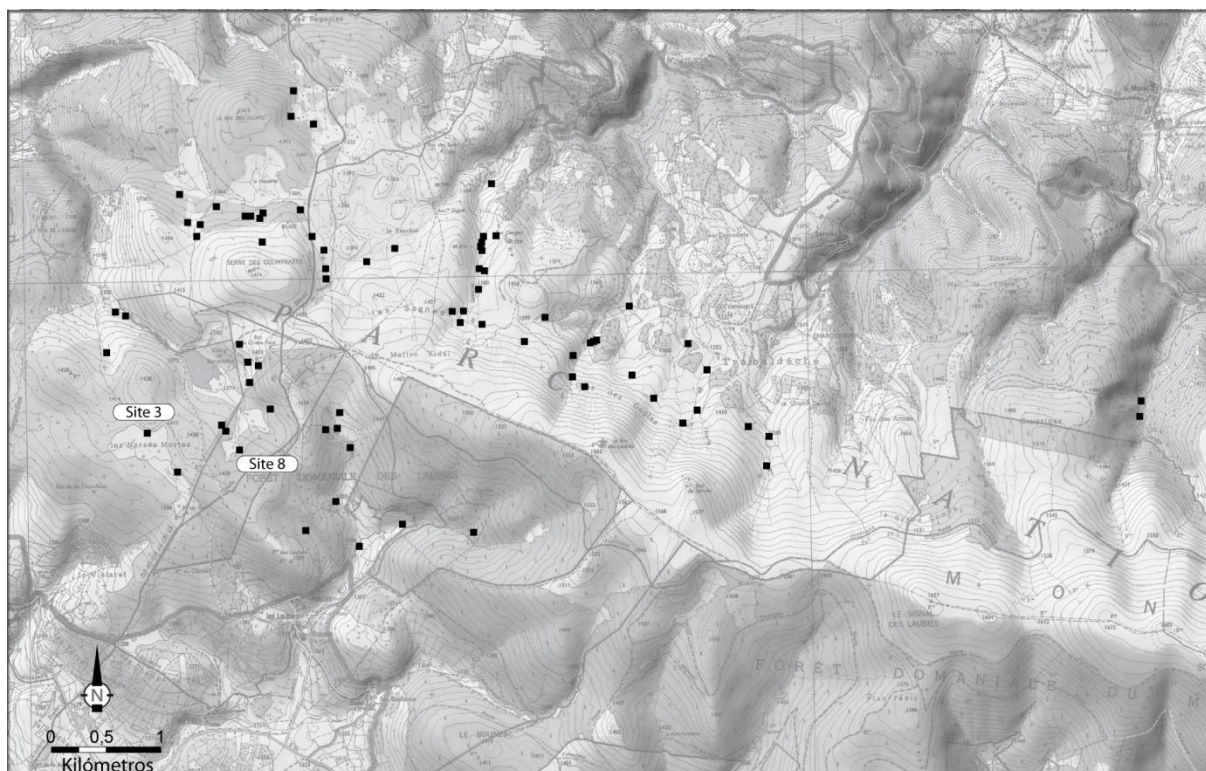




**Fig. 11-** A la izquierda vista aérea de los cercados de Countrasts. A la derecha, vistas de las estructuras L016 y L017 en el conjunto de Countrasts II. Fotografías: J.M. Palet.

### 4.3 Evidencias metalúrgicas y mineras.

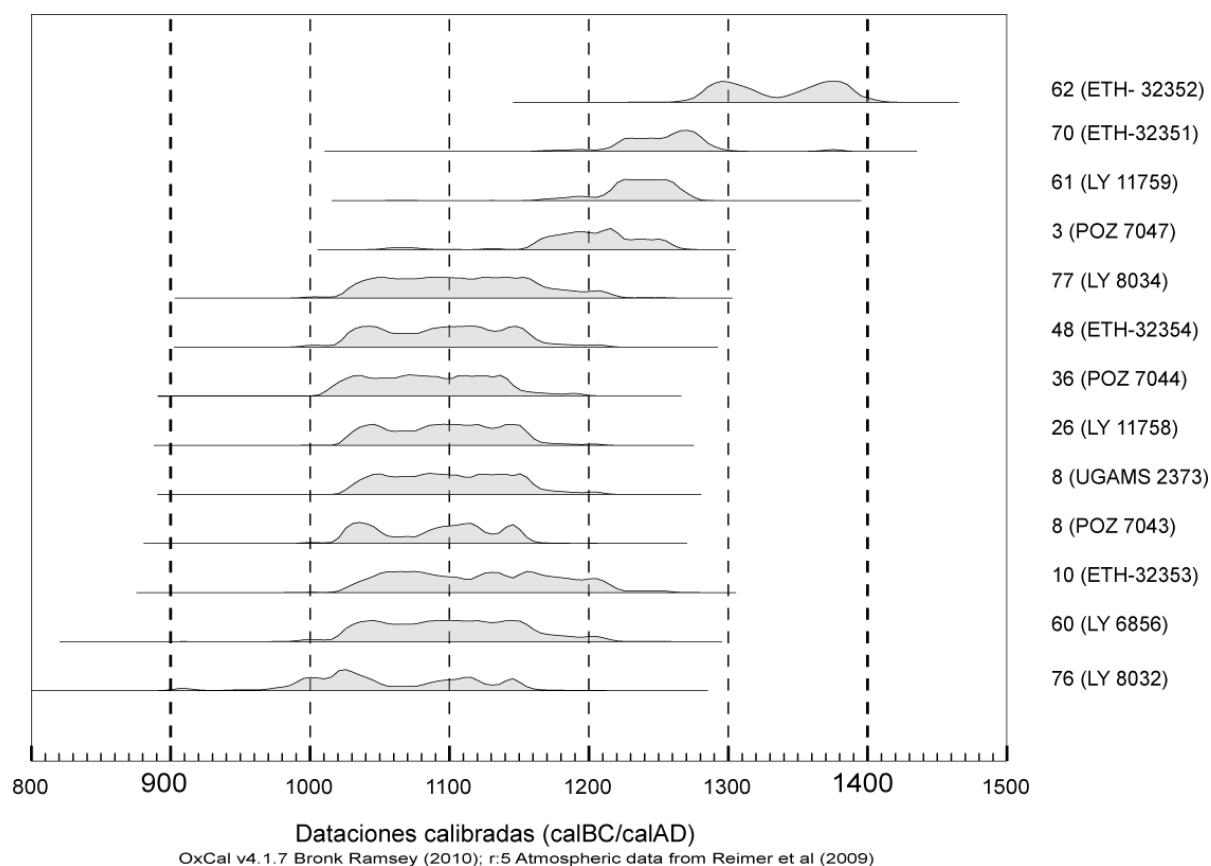
El Mont Lozère constituye un antiguo distrito minero en el cual se ha documentado un gran número de evidencias arqueológicas de metalurgia y minería, gracias a los diversos proyectos de investigación que se han realizado en esta temática. En el Mont Lozère se documentan diversas minas polimetálicas entre las que predominan las de plomo argentífero. Así pues, después de algunos trabajos pioneros sobre las escorias de plomo en el Mont Lozère (Morel & Bardy, 1957; Lhullier, 1999), a inicios de la década de 2000 se iniciaron los trabajos sistemáticos de prospecciones en el marco del “PCR Plomb ancien du mont Lozère, à la recherche des mines, des minerais, des ateliers, des paysages et des hommes” (Dir. Alain Ploquin) que se prolongó entre 2002 y 2007.



**Fig. 12-** Localización de los yacimientos de reducción de mineral en el Mont Lozère. Modificado a partir de Paradis-Grenouillet, 2012.

Se han documentado un total de 76 yacimientos de reducción en la mitad oeste del Mont Lozère, situados entre 1300 y 1500 m s.n.m. (Fig. 12) en un espacio de 10 km de largo y 6 de ancho (Lhullier, 1999; Ploquin *et al.*, 2002, 2004, 2007, 2010; Allée & Paradis, 2007; Allée *et al.*, 2010). En estos yacimientos, se han obtenido un total de doce dataciones radiocarbónicas que aportan una cronología entre finales del s. X y el s. XIV cal AD (Fig. 13). Más específicamente, del total de las dataciones realizadas, ocho presentan una cronología entre finales del s. X y el s. XII cal AD, mientras que las cuatro restantes se sitúan entre los s. XIII y XIV cal AD (Ploquin *et al.*, 2010). Además, se han excavado dos talleres metalúrgicos en la proximidad de la turbera de Narses Mortes (yacimientos 3 y 8). Estos yacimientos metalúrgicos han sido datados en 1155-1265 cal AD (yacimiento 3) y 1025-1168 cal AD (yacimiento 8). El yacimiento 3 ha permitido identificar la presencia de tres bases de hornos metalúrgicos en forma absidal (Bailly-Maître, 2010; Ploquin *et al.*, 2007).

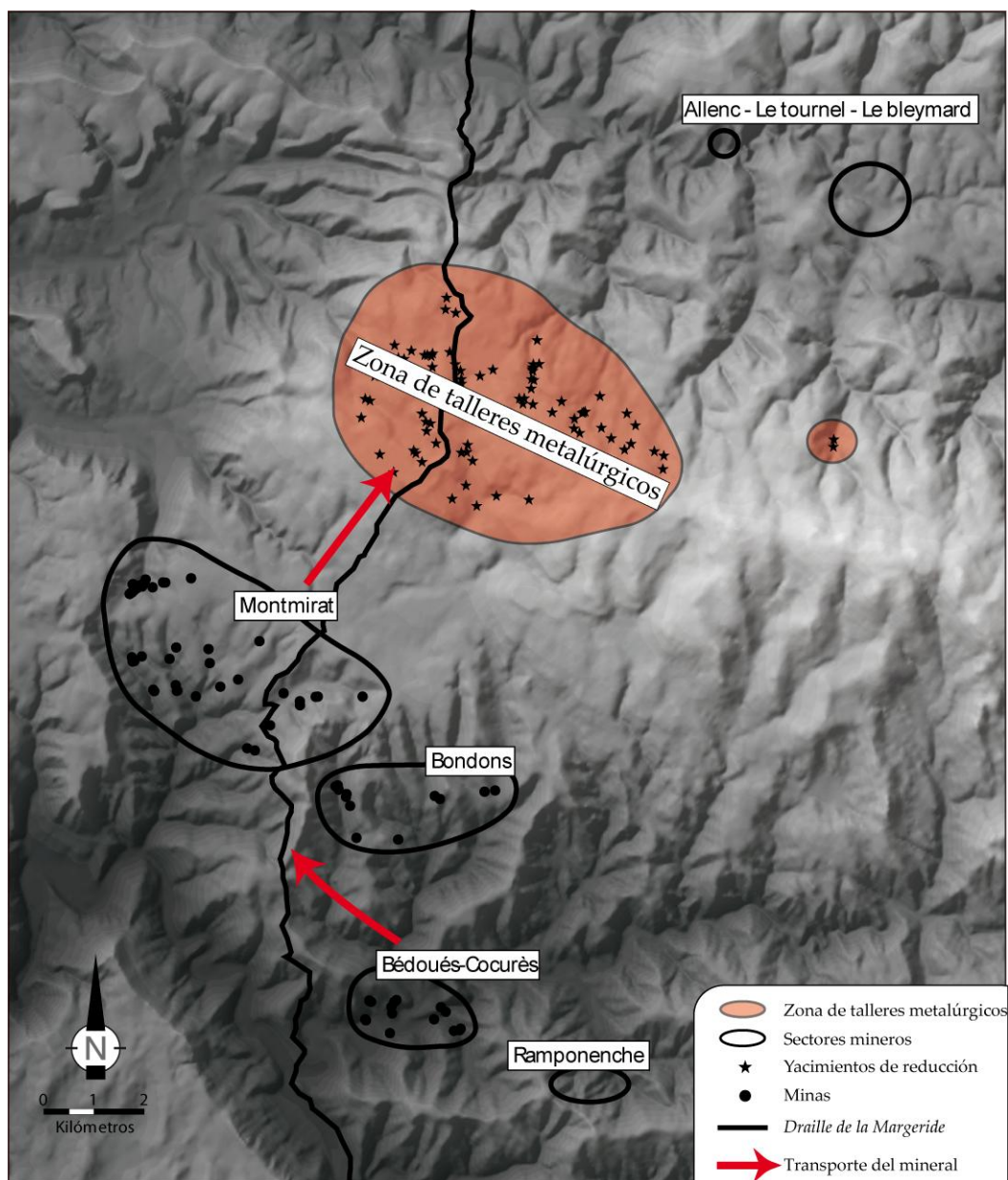




**Fig. 13-** Dataciones radiocarbónicas obtenidas en los talleres de reducción (Allée *et al.*, 2010; Paradis-Grenouillet, 2012).

Otra línea de investigación, se ha centrado en la arqueología minera y más concretamente en determinar las áreas de aprovisionamiento de mineral, puesto que no se ha documentado ninguna zona de extracción minera en las proximidades de los yacimientos con escorias. Este estudio ha llevado a cabo la identificación de minas sobre el terreno (Laurent, 2005) y el estudio geoquímico y isotópico de los minerales tratados en el Mont Lozère (Baron, 2005; Baron *et al.*, 2006). A día de hoy, se han localizado más de 80 yacimientos de extracción minera situados entre los 900 y 1200 m s.n.m, al noroeste y al sur de la zona de localización de escorias situados. Los trabajos geoquímicos e isotópicos llevados a cabo por S. Baron en las minas, botaderos de mina y sobre las escorias halladas han permitido establecer los sectores de Montmirat, Bondons y Bédouès-Cocurès, al suroeste del macizo, como las zonas de aprovisionamientos de mineral de época medieval, descartando otros sectores mineros como los de Allenc, Le Tournel y Bleyard (Baron, 2005; Baron *et al.*, 2006, 2010). Una vez

extraído el mineral, éste era transportado al Mont Lozère donde sería reducido probablemente, utilizando la ruta que sigue la Draille de la Margeride (Allée *et al.*, 2010), aunque también es probable que se utilizaran caminos de cresta como ejes transversales (Fig. 14). Los talleres metalúrgicos se sitúan a proximidad de carboneras destinadas a producir el combustible necesario para alimentar los hornos de reducción del mineral (Allée *et al.*, 2010; Paradis-Grenouillet, 2012). Este transporte de mineral hacia las zonas de aprovisionamiento de combustible se explica por el hecho referencia a la teoría del mínimo esfuerzo siendo preferible el transporte del mineral que el de grandes volúmenes de madera y carbón (Allée *et al.*, 2010). Efectivamente, A. Ploquin y P. Allée han demostrado basándose en estudios experimentales que por una unidad de galena serian necesarios entre 15 y 100 unidades idénticas de carbón (Allée & Paradis, 2007; Allée *et al.*, 2010).



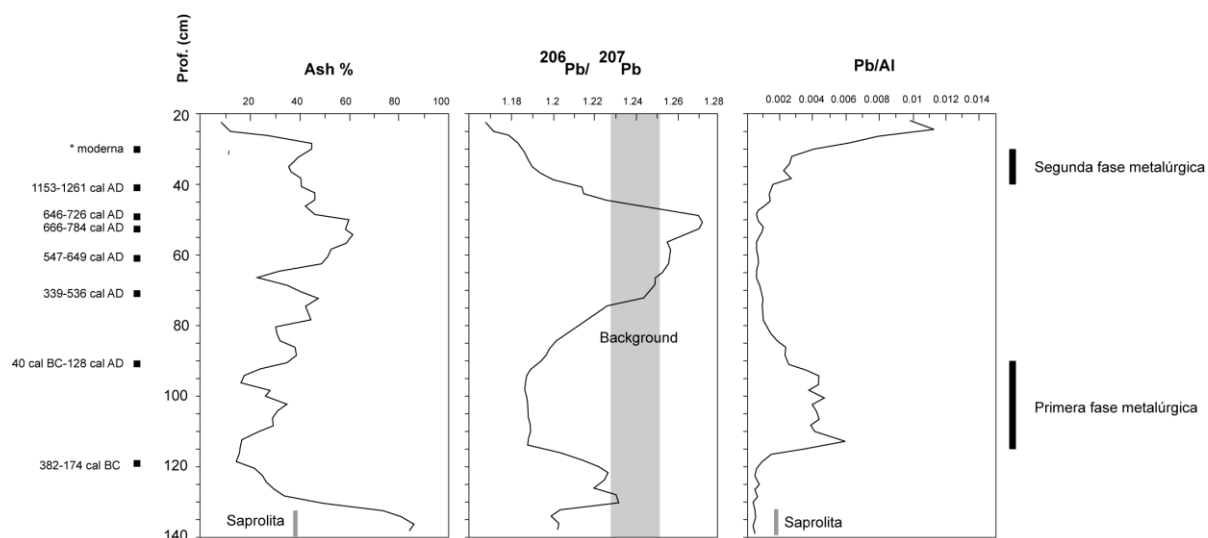
**Fig. 14-** Localización de las minas, yacimientos de reducción y de las áreas del origen del mineral utilizado en el Mont Lozère. Figura: S. Paradis-Grenouillet.

En el marco del PCR “Pratiques et mobilités territoriales sur le Mont Lozère depuis le Néolithique” se ha llevado a cabo la excavación arqueológica del filón de Devois en la comuna de Ispagnac, al oeste del Mont Lozère. Este yacimiento ha evidenciado la existencia de antiguas extracciones mineras que implican excavaciones en la roca siguiendo los afloramientos de cuarzo ramificados y mineralizados con galena argentífera, siguiendo una orientación este-oeste (Cauuet *et al.*, 2011). Estos trabajos mineros realizados a cielo abierto consisten en pequeñas excavaciones de forma oval abiertas siguiendo la pendiente,

presentando en sus límites evidencias de botaderos de mina ricos en restos minerales. Se han documentado dos agujeros de palo que podrían estar relacionados con el remonte de los materiales de derrumbe. El estudio de los rellenos demuestra un sistema de explotación que progresaría de abajo a arriba de la vertiente en dirección noreste y que se basaría en el sistema de “*abattage par le feu*”. Una vez la primera fosa era abandonada al final de la excavación, ésta servía de área de almacenamiento de los depósitos de la fosa siguiente (Cauuet *et al.*, 2012). Aunque a día de hoy no se han alcanzado los niveles basales de la mina, la datación de tres carbones (de haya y roble) procedentes de diferentes profundidades han aportado una cronología que se extiende del s. II cal BC al s. I cal AD, tratándose pues de una mina que inicia su actividad durante época gala y que se prolonga hasta los primeros momentos de la ocupación romana (Cauuet *et al.*, 2011, 2012). Las cronologías obtenidas mediante datación radiocarbónica son coherentes con los materiales arqueológicos documentados, a saber diversos fragmentos de cerámica *sigillata* y uno de ánfora. De todos modos, la excavación de los niveles profundos de la mina parece indicar que se retomó la actividad con posterioridad a mitad del s. I cal AD, aunque de momento no se puede establecer una cronología de esta reanudación puesto que no se han recuperado ni materiales arqueológicos ni carbones que permitan una datación (Cauuet *et al.*, 2012). Por otra parte, la mina de Coudenasses (Cubières) también podría haber sido explotada durante el periodo de La Tène, ya que en su interior se encontró un cuenco de cerámica carenado característico de La Tène Final (Trintignac, 2012). Estas evidencias se deben poner en relación con la referencia de Estrabón (IV, 2.2) en la que se cita la importancia de la plata de los gabales, el pueblo prerromano que habitaba el Lozère.

El estudio geoquímico sobre la secuencia turbosa de Narses Mortes corrobora estas fases de explotación minera al poner de manifiesto la existencia de dos fases metalúrgicas diferenciadas a partir de los altos valores de Pb/Al y a los datos isotópicos de la ratio  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  (Baron, 2005; Baron *et al.*, 2005). La primera de ellas se inicia en ca. 200 cal BC y se prolonga hasta ca. 20 cal AD mientras que la segunda se inicia en ca. 1000 cal AD (Fig. 15). Estas dos fases de emisiones atmosféricas coinciden con los dos periodos metalúrgicos documentados arqueológicamente hasta la fecha, es decir con la metalurgia galorromana y medieval. Estas evidencias son coherentes con los nuevos datos geoquímicos obtenidos en

las secuencias de Countrasts y Amourous que son presentadas en este trabajo (estudio realizado por R. Julià).

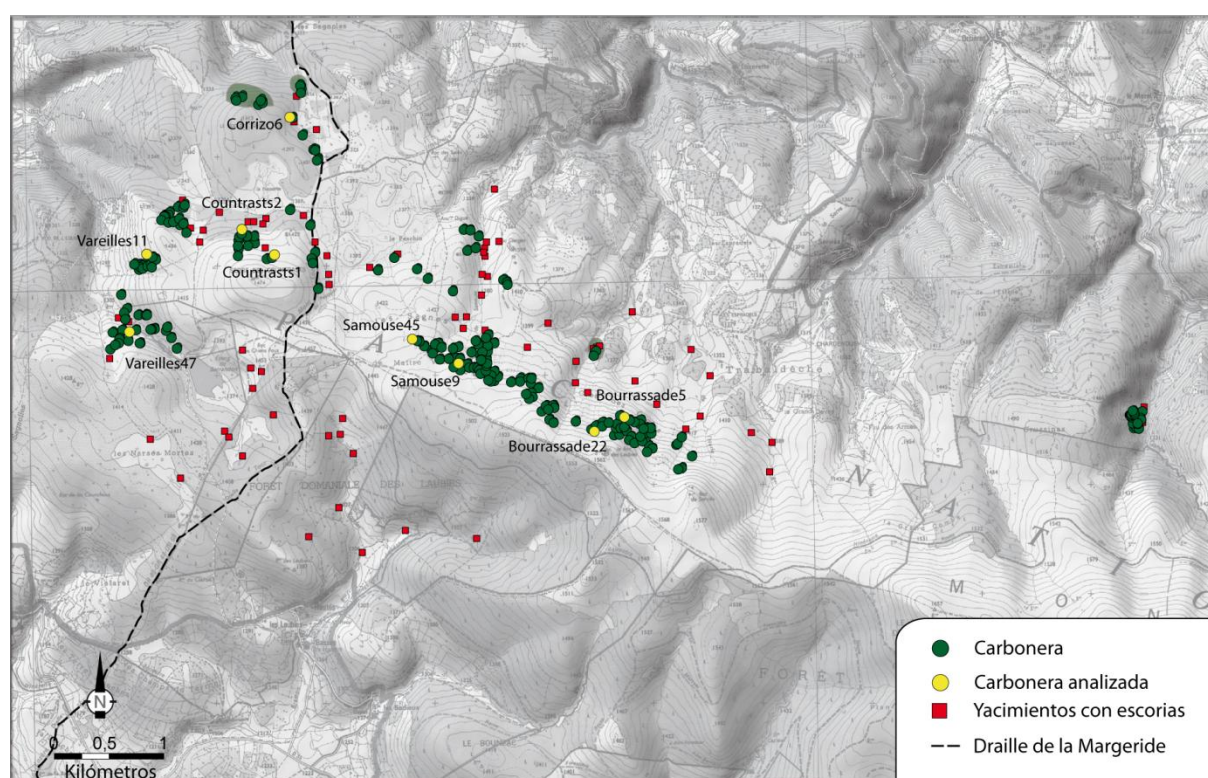


**Fig. 15-** Síntesis de los datos geoquímicos de la secuencia de Narses Mortes: obtenido de cenizas, ratio de isótopos  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$  y  $\text{Pb}/\text{Al}$  (Baron *et al.*, 2005).

#### 4.4 El carboneo en el Mont Lozère.

La actividad de reducción de metales en la montaña requería de un importante suministro de combustible, en forma de carbón vegetal. La localización de diversas carboneras a proximidad de los talleres metalúrgicos llevó a iniciar en 2005 varias campañas de prospecciones sistemáticas dirigidas por P. Allée con el objetivo de caracterizar la producción del carbón en el macizo en épocas históricas y su impacto paisajístico. A día de hoy se han identificado y georreferenciado 231 plataformas de carboneo de las cuales treinta y ocho han sido datadas radiocarbónicamente (Fig. 16) entre finales del s. X e inicios del s. XV cal AD (Paradis-Grenouillet, 2012; Paradis-Grenouillet *et al.*, en prensa). Con todo, la carbonera Samouse 45 situada en el noroeste del Mont Lozère ha aportado una cronología gala, en concreto entre ca. 350 y 60 cal BC (Fig. 17). Las carboneras del periodo medieval presentan un amplio predominio de *Fagus* en los espectros antracológicos, con presencia esporádica de *Salix*, *Quercus*, *Corylus* y *Betula*, si bien las especies leñosas utilizadas en la

carbonera gala son más diversas con dominio de *Fagus* y *Prunus* y presencia de *Betula*, *Fraxinus* y *Sorbus* (Paradis-Grenouillet, 2012). Por lo tanto, se observa que las evidencias de carboneo galo y medieval son contemporáneas de las dos fases metalúrgicas conocidas (mina de Devois y yacimientos de reducción). En lo que se refiere al periodo medieval, se pone de manifiesto una continuada explotación del bosque montano durante cuatro siglos, en relación a las actividades metalúrgicas, hecho que ha llevado a S. Paradis-Grenouillet (2012) a utilizar el término “Forêt Métallurgique”. El hecho que la mayoría de carboneras se hayan datado entre los s. XIII y XV cal AD se ha relacionado con la reutilización de las plataformas de carboneo, lo cual habría favorecido una mayor representación de la última fase de uso (Paradis-Grenouillet, 2012; Rouaud, 2013).

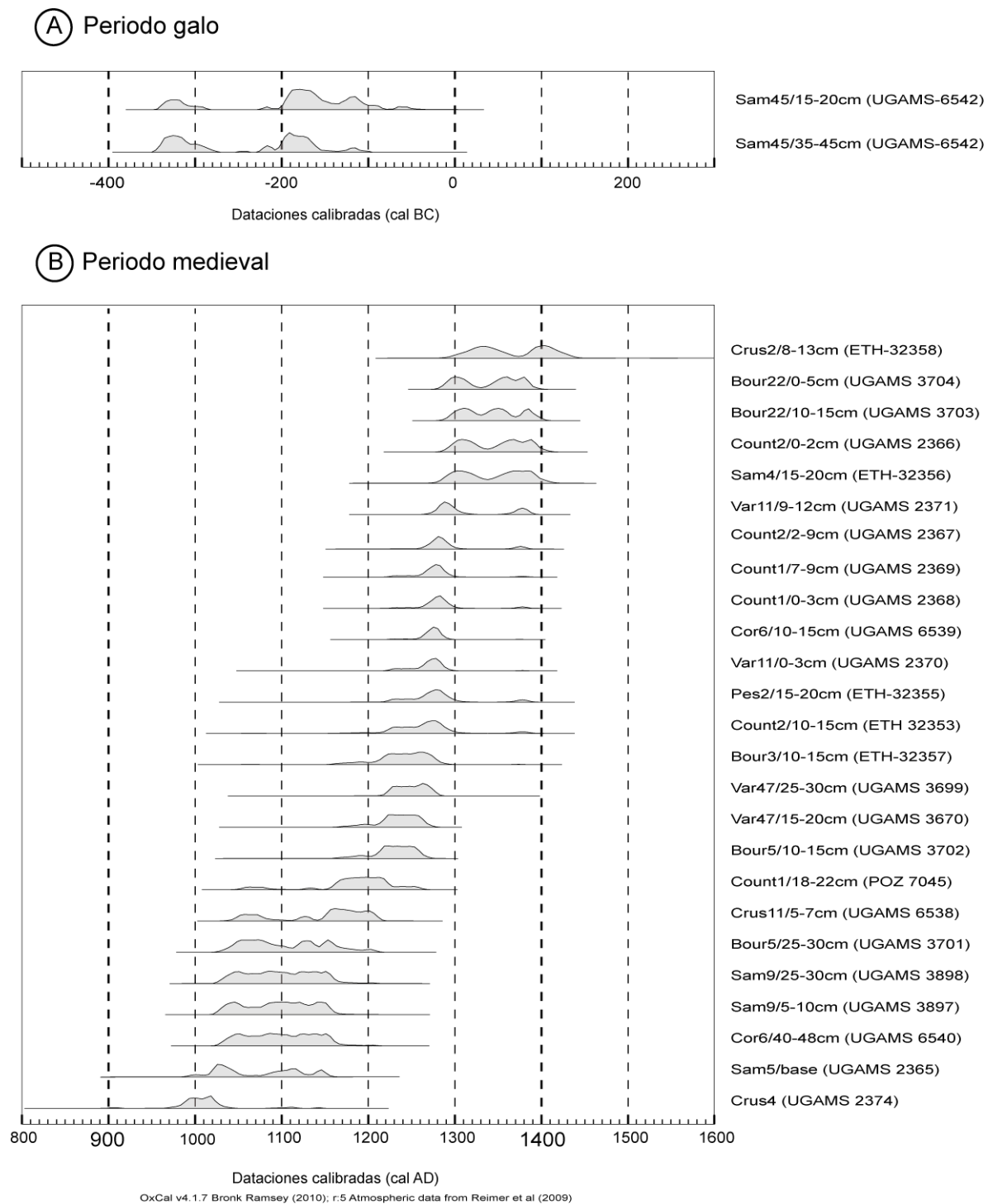


**Fig. 16-** Localización de las carboneras, evidencias metalúrgicas y de la Draille de la Margeride. Modificado a partir de Paradis-Grenouillet, 2012.

Todas las carboneras documentadas se localizan entre 1300 y 1500 m s.n.m., al igual que los talleres metalúrgicos. En general, el modelo de funcionamiento se basa en la presencia de carboneras en los espacios de mayor altitud de la vertiente y los talleres de reducción a menor altitud, aunque en algunos casos también se documentan yacimientos de reducción a

media vertiente como es el caso de los sectores de Countrasts o Vareilles (Allée *et al.*, 2007; Paradis-Grenouillet, 2012). Los trabajos de prospección han evidenciado una distribución de las carboneras centrada en el vertiente norte y oeste del Mont Lozère, hecho que se ha relacionado con un proceso tafonómico debido a que la reforestación de la vertiente sur (zona de Laubies y Barrandon) habría borrado las evidencias arqueológicas de carboneras y dificultado la prospección de estas zonas.





**Fig. 17-** Dataciones radiocarbónicas de las carboneras. Fuente: Allée *et al.*, 2010; Paradis-Grenouillet, 2012.

A parte de la identificación taxonómica, se ha llevado a cabo el análisis de reconstrucción del diámetro de las maderas utilizadas basándose en el radio de curvatura (Paradis-Grenouillet, 2012). Se analizaron los niveles de base y superiores de ocho plataformas de carboneo



diferentes con el objetivo de determinar la evolución de los sistemas de gestión del bosque y así determinar el posible impacto de la actividad metalúrgica sobre los mismos. Los resultados ponen de manifiesto la utilización mayoritaria de madera de pequeño y mediano calibre (inferior a 10 cm de diámetro), mientras que tan solo tres espectros corresponden a maderas de mayor calibre (entre 10 y 18 cm de diámetro). La comparación de los niveles de base y de superficie analizados en las carboneras muestran evoluciones diferentes de los diámetros de la madera utilizada: en tres de ellas, los calibres no varían (Var11, Count1, Cor6), dos muestran una disminución de diámetro (Var47 y Sam9) y en otras tres se aprecia un ligero aumento de diámetro (Count2, Bour5 y Bour22). Sin embargo, el hecho que no se observen evidencias significativas entre los diámetros de los niveles estudiados sugiere una gestión relativamente homogénea durante cuatro siglos de actividad carbonera, que ha sido relacionada con una gestión sostenible del bosque con el objetivo de preservar los recursos forestales necesarios para el desarrollo de las actividades metalúrgicas (Paradis-Grenouillet, 2012; Paradis-Grenouillet *et al.*, 2011, en prensa; Servera Vives *et al.*, 2013).



## **5 MATERIAL Y MÉTODOS**



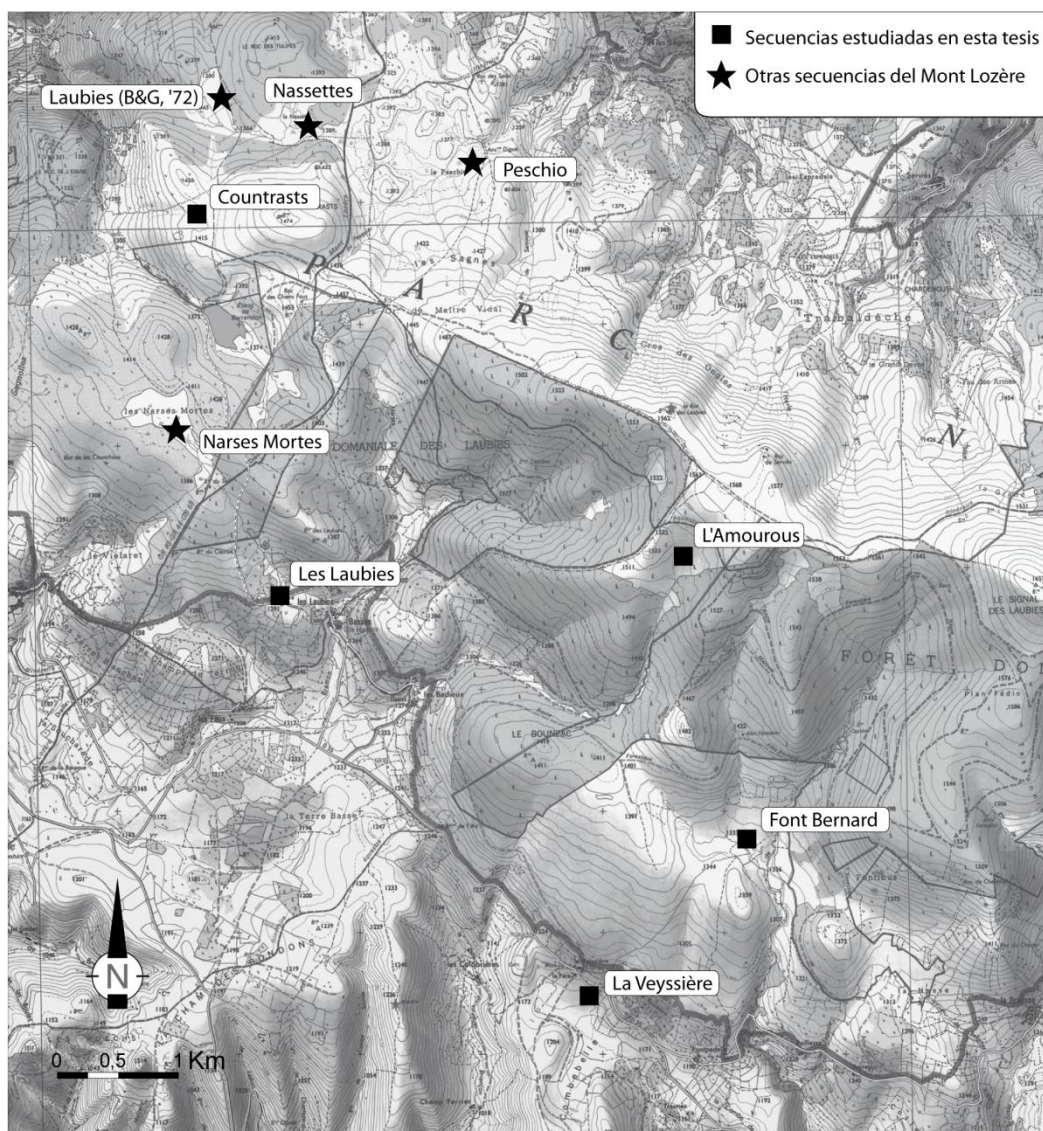
## 5.1 Estrategia de estudio: selección de secuencias.

Se han estudiado un total de cinco secuencias sedimentarias extraídas de cinco turberas diferentes (Fig. 18). La selección de registros analizados se hizo con el objetivo de analizar los cambios paisajísticos a alta resolución espacial, a una escala local o microrregional (ver capítulo 1). En este sentido, se ha utilizado una doble estrategia de selección de puntos de sondeo que combina el estudio de secuencias en un gradiente altitudinal, localizadas a diferentes altitudes y exposiciones. El estudio de un transecto altitudinal tiene como objetivo determinar la organización espacial y movilidad de las actividades agropastorales a lo largo de un gradiente altitudinal entre 1150 y 1550 m s.n.m. Se plantea además el análisis de diferentes tipos de hidrosistemas, de turberas de diferentes dimensiones y con diferentes áreas de captación con el fin de obtener a la vez un registro regional de la vegetación y su componente local. Además, se ha estudiado una secuencia-laboratorio (Countrasts) situada a proximidad de una gran variedad de evidencias arqueológicas (carboneras, cercados ganaderos, talleres metalúrgicos y cañadas de trashumancia), hecho que permite una integración de datos y una mejor calibración de las series paleoambientales. En el texto se utilizan los nombres de las secuencias indistintamente con o sin artículo (v.gr, Les Laubies o Laubies). Las secuencias estudiadas son las siguientes:

- Amourous (1550 m s.n.m.): se trata de una turbera que se localiza en una célula agropastoral temporal de altitud situada en la explanada sumital del macizo donde se encuentran los estíos (Les Bondons, código del PNC 110099). Esta secuencia ha sido escogida por localizarse en el corazón de las formaciones herbosas de *Nardus stricta* puesto que se localiza en los espacios de rellano de las cumbres del macizo;
- Countrasts (1450 m s.n.m.): turbera localizada en una célula agropastoral temporal en el límite del espacio forestal caboneado medieval y los espacios abiertos de altitud (Saint-Étienne-du-Valdonnez; código del PNC 110069). Se sitúa a proximidad de la ruptura de pendiente y bajo el viento dominante del suroeste. La secuencia de Countrasts constituye una secuencia clave para el estudio de las interacciones socioambientales, debido

a su proximidad a una gran diversidad de estructuras arqueo-paisajísticas. Además, dado que se trata de una turbera de reducidas dimensiones, ésta es susceptible de registrar una señal polínica eminentemente local (Davis & Tipping 2004);

- Font Bernard (1350 m s.n.m.): turbera situada en una célula agropastoral de ocupación temporal situada en el alveolo de Font Bernard en la vertiente sur (Les Bondons, código del PNC 110266). Está situada en lo que podríamos denominar espacios intermedios del macizo, es decir aquellos espacios localizados entre las zonas de cultivo de menor altitud y las zonas de pasto de los espacios supraforestales.
- Laubies (1280 m s.n.m.): turbera situada en una célula agropastoral de ocupación permanente situada a proximidad del pueblo de Les Laubies (Saint-Étienne-du-Valdonnez, código del PNC 110085). Existe otra turbera llamada Les Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972), pero ésta se localiza en la vertiente noroeste del Mont Lozère. Por otra parte, se sitúa cerca de numerosos menhires y dólmenes evidenciados en la fértil llanura de Cham des Bondons (PNC, 2007b). Se trata de una turbera de pequeñas dimensiones en la que predomina la señal polínica local, susceptible de dar información de las actividades agropastorales permanentes de las zonas de baja altitud, así como también de la ocupación humana permanente de Les Laubies.
- Veyssière (1150 m s.n.m.): turbera situada en una célula agropastoral de ocupación antigua y permanente (Les Bondons, código del PNC 110331), en concreto en los espacios de piedemonte. Esta turbera se localiza cercana del complejo megalítico del Cham des Bondons en una zona fértil para el desarrollo de actividades agrícolas. Se localiza además, a proximidad del núcleo de población de Runes.



**Fig. 18-** Localización de las cinco secuencias polínicas estudiadas y de secuencias analizadas por otros autores utilizadas (Laubies: Beaulieu & G, 1972; Nassettes: Reille, 1988; Narses Mortes: Beaulieu, 1974; Guilliot, 2001; Pulido, 2006; Peschio: Pulido, 2006; Beaulieu & Pons, 1979). Base cartográfica: Geoportail©.

## 5.2 Técnica de sondeo, descripción y muestreo de las secuencias sedimentarias.

La extracción de registros turbosos se ha realizado mediante sonda manual con un cabezal de tipo ruso (Aaby & Digerfeldt, 1986), cuya fiabilidad para la realización de estudios paleoambientales ha sido bien contrastada en medios turbosos (Vleeschouwer *et al.*, 2010/2011; Beaulieu & Reille, 1978). Este sistema de sondeo permite la extracción continua de sedimento inalterado en tramos de 50 cm de longitud por 5 cm de diámetro. Se ha utilizado



un sistema de profundidades alternas de sondeo que permite la utilización de dos perfiles paralelos muy cercanos (Vleeschouwer *et al.*, 2010/11). Posteriormente, los tramos del registro son depositados en tubos de PVC de 50 cm de longitud y embalado con una película de plástico opaco con el fin de dotarlos de consistencia y protección (Fig. 19). El sedimento extraído se almacenó en posición horizontal dentro de arcón frigorífico a 4°C para garantizar su conservación. La caracterización litológica de las secuencias se realizó en el campo y posteriormente en el laboratorio con el fin de disponer de un control estratigráfico de los registros.



**Fig. 19-** Maniobra de sondeo en la secuencia de Laubies (izquierda) y detalle del sedimento extraído en la misma turbera con un cabezal tipo ruso (derecha). Fotografías: S. Paradis-Grenouillet.

El muestreo de los registros se realizó en continuo obteniendo muestras de 1 cm de grosor, con la excepción la secuencia de Veyssièrre donde este muestreo se efectuó cada 5 mm a fin de posibilitar una mayor resolución temporal de análisis dado que esta secuencia muestra



una menor tasa de crecimiento y sedimentación (ver capítulo 7). Paralelamente al muestreo polínico, se ha realizado también el submuestreo para la obtención de otro tipo de proxies y análisis como geoquímica, sedimentología, dataciones radiocarbónicas, *Spheroidal Carbonaceous Particles* (SCP) y macrocarbones. Se procedió también a la selección y extracción de macrorestos vegetales (principalmente hojas, semillas, carbones y fragmentos de madera), susceptibles de ser datados mediante radiocarbono. Estos restos fueron también almacenados en arcón frigorífico a 4°C.

### 5.3 Análisis polínico.

#### 5.3.1 Tratamiento fisicoquímico, análisis y representación de los datos.

##### 5.3.1.1 Análisis físico-químico.

El tratamiento de las muestras para análisis polínico se ha realizado siguiendo los protocolos clásicos en palinología (Faegri & Iversen, 1989; Moore *et al.*, 1991). Este proceso se ha realizado en el Laboratorio de Geografía Física de Geolab (UMR 6042, CNRS/ Université Blaise Pascal) y en el Laboratorio de Arqueología de la Universidad de Barcelona. El tratamiento físico-químico se ha realizado sobre un volumen constante de 1 cm<sup>3</sup> de muestra, con el objetivo de poder calcular la tasa de acumulación sedimentaria o *pollen influx* (Bennet y Willis, 2001; Faegri & Iversen, 1989). El protocolo utilizado en el tratamiento ha sido el siguiente:

- Ácido clorhídrico (HCl) a 37% durante 10 minutos para disgregar la muestra y eliminar los carbonatos. Durante esta fase se incorporan las pastillas de *Lycopodium clavatum* (Stockmar, 1971).
- Filtraje de la muestras en malla de 200 µm de luz para la separación de macrorrestos y microrrestos
- Ácido fluorhídrico (HF) a 48% en frío durante 24h para la disolución de silicatos
- HCl a 37% a 70° C durante 15 minutos para la eliminación de los fluorosilicatos

- Hidróxido de potasio (KOH) al 10% a 70° C durante 10 minutos para la disolución de los ácidos húmicos
- Deshidratación con ácido acético glacial (CH<sub>3</sub>COOH)
- Acetólisis a 80° C durante 15 minutos (Erdman, 1960)
- Lavado con ácido acético, agua y concentración

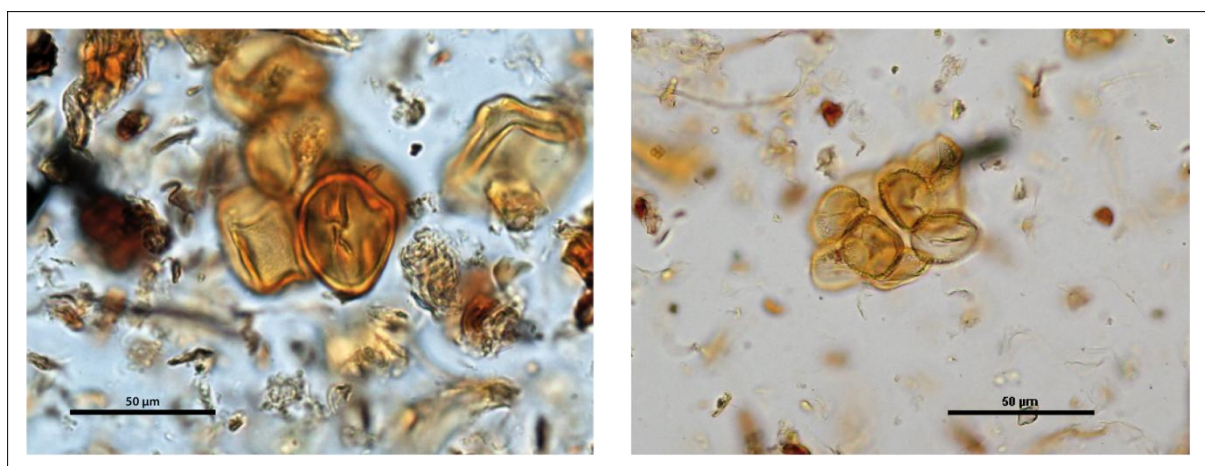
Cada etapa del protocolo viene seguida de un aclarado con agua destilada y concentración mediante centrifugación a 2.500 r.p.m. durante 5 minutos. A la solución final se le añade glicerol y se guarda en tubos de 3 ml tipo *ependorf*. Posteriormente se procede al montaje de aproximadamente 20 µl de solución sobre portaobjetos que fueron sellados con DPX para su mejor preservación.

#### 5.3.1.2 Identificación y cuantificación de polen y MNP.

La identificación taxonómica de los granos de polen se ha realizado utilizando diferentes atlas y claves morfológicas (Beug, 2004; Moore *et al.*, 1991; Reille 1992-1998; Punt *et al.* 1976-2013; Valdés *et al.* 1987). La identificación se ha llevado a cabo con la ayuda de los microscopios Nikon Eclipse 50i a x500 y x1000 aumentos y Zeiss Axiostar a x400 y x630 aumentos. Se ha contado un mínimo de 400 granos de polen de plantas vasculares excluyendo los taxones locales como Cyperaceae, plantas acuáticas (*Equisetum*, *Typha/Sparganium*, *Nuphar*, *Myriophyllum*, *Potamogeton*, *Menyanthes trifoliata*, *Montia*, *Drosera*, *Callitriche*, *Viola palustris* y *Pinguicula*), helechos y *Shpagnum*. Por otra parte, cabe señalar que *Alnus* ha sido excluido de la suma base polínica en la secuencia de Veyssièrre debido al hecho que este responde con toda probabilidad a una formación vegetal local de la zona húmeda y a su elevada producción polínica (Jansen, 1959). Por la misma razón, *Salix* ha sido excluido de la suma base en la secuencia de Countrasts.

En el presente estudio se han individualizado los grumos polínicos ya que éstos constituyen agregados de polen inmaduro que pueden ser indicativos de la presencia local de la planta

emisora, debido a su escasa capacidad de dispersión (Riera, 1993; Stolze *et al.*, 2012; Prieto, 2000). En esta tesis se consideran grumos polínicos a los agregados de cinco o más grumos polínicos (Fig. 20). Los grumos polínicos han sido contabilizados aparte aunque incluidos como un único valor en la suma base polínica. Al completar el conteo de 400 granos polínicos, se ha hecho un último barrido de la lámina que permite revelar la presencia de tipos polínicos poco abundantes, dado que se ha demostrado la repartición desigual de los granos de polen sobre la lámina (Brooks & Thomas, 1967; Mullenders, 1962; Heim, 1970).



**Fig. 20-** Ejemplos de grumos polínicos: a la izquierda agregados de *Potentilla erecta-t* y a la derecha de *Salix*. Fotografías: G. Servera Vives

Los cereales han sido clasificados siguiendo los criterios establecidos por K. Faegri & J. Iversen (1989), siendo incluidos en el tipo Cerealía aquellos granos de polen de Poaceae que presenten un diámetro superior a 40 µm y un annulus superior a 12 µm de diámetro. También se ha tomado en consideración las características morfológicas de la exina, más ornamentada en los pólenes de cereal (Beug 2004, Tweddle *et al.* 2005). Existen varios trabajos en morfología polínica que intentan profundizar en las clasificaciones de los tipos de cereales estableciendo los tipos *Secale*, *Hordeum*, *Avena* y *Triticum* (v.gr., Faegri & Iversen, 1989; Andersen, 1979; Küster, 1988; Moore *et al.*, 1991). Sin embargo, recientemente, Joly *et al.* (2007) han propuesto las medidas de 47 µm de diámetro y 11 µm de annulus como criterios biométricos para la distinción de cereales y gramíneas salvajes. Compartimos la opinión de Jouffroy-Bapicot (2010) al estimar este criterio excesivamente excluyente, en especial si se trata de cereales “antiguos” que pueden presentar unas dimensiones menores a 47 µm,

como es el caso de algunos tipos de trigo o cebada (Rösch, 1998). Dado que los registros estudiados cubren el periodo desde el Neolítico Antiguo hasta la actualidad, creemos que es más fiable la utilización de los criterios de K. Faegri & J. Iversen (1989) ya que permiten registrar posibles evidencias de agricultura neolítica. El tipo *Secale* se ha definido en base a los criterios de K. Faegri & J. Iversen (1989), esto es un ratio P/E superior a 1,25, poro lateral y decoración escabrada.

Por otra parte, Cannabaceae ha sido clasificada siguiendo los criterios establecidos por A.M. Mercuri *et al.* (2002). Según este trabajo, el tipo *Humulus* incluye pólenes de cannabáceas de hasta 25  $\mu\text{m}$ , el tipo *Cannabis/Humulus* de entre 25-28  $\mu\text{m}$  y el *Cannabis-t* los granos de diámetros superiores a 28 $\mu\text{m}$ . Este criterio tiene el inconveniente de excluir del tipo *Cannabis* algunos granos de polen de este género con diámetros inferiores a 28  $\mu\text{m}$ . Además se ha tenido en cuenta la forma del poro, siendo éste más protuberante en el caso del tipo *Cannabis* (Beug 2004; Whittington et Gordon 1987).

Por otra parte, los microfósiles no polínicos (MNP) se han identificado en base a diversos trabajos como Baker *et al.*, 2013; Chmura *et al.*, 2006; Cugny *et al.*, 2010; Haas, 1996; Geel, 1978; Geel *et al.*, 1980-1981, 2003 y Wilmshurst *et al.*, 2003. Paralelamente al conteo polínico, se han ido contabilizando todos los MNP observados hasta obtener la suma base polínica establecida en un mínimo de 400 granos de polen.

### **5.3.2 Cálculo de los datos polínicos y de MNP. Porcentajes, concentración polínica (CP) y tasa de acumulación (*pollen influx*).**

#### **5.3.2.1 Cálculo de porcentajes.**

La forma más recurrente de cuantificar los resultados de la identificación y recuento polínicos es el cálculo de porcentajes sobre la suma base polínica. La suma base polínica es el número de palinomorfos contados e identificados en una muestra una vez excluidos los taxones locales y los granos indeterminados por estar deteriorados o degradados (López

Sáez *et al.* 2003). Por otra parte, los granos indeterminables se refieren a esos granos que, aunque presentan un grado de conservación que permite su identificación, no han podido ser clasificados. Los porcentajes de microfósiles no polínicos han sido también calculados en base a esta suma polínica (Blackford *et al.*, 2006).

El cálculo porcentual comporta que el valor de un determinado taxón sea interdependiente de los demás taxones de una misma muestra, de manera que una subida de un taxón conlleva la reducción de los demás taxones (Moore *et al.*, 1991). Una forma de evaluar este efecto es mediante la obtención de datos absolutos (*vedi infra*).

#### **5.3.2.2 Cálculo de concentración polínica y tasa de acumulación polínica (AR).**

La concentración polínica es un cálculo del número de pólenes presentes por unidad de sedimento (peso o unidad de volumen). Por otra parte, la tasa de acumulación de partículas - también llamada *accumulation rate* (AR) o *pollen influx*- calcula la cantidad de partículas depositadas por año en 1 cm<sup>2</sup> (Davies & Deevey, 1964). La principal ventaja de ambos tipos de cálculos es que ofrecen valores independientes entre los taxones (Seppä, 2007) y permiten por tanto, disponer de elementos de evaluación crítica de las interpretaciones de los cambios vegetales basados en los cálculos porcentuales. La concentración polínica se ha calculado en gramos de sedimento.

La AR incorpora las variaciones en la tasa de sedimentación, hecho que permite corregir esta variable. Este hecho es especialmente significativo en el estudio de secuencias turbosas como el que nos atañe, dado que son conocidas las variaciones que pueden producirse en la tasa de sedimentación (v.gr., Ejarque, 2009; Waller, 2010). El uso de estos valores implica sin embargo un problema añadido, esto es la necesidad de utilizar fechas extrapoladas a partir del modelo cronológico. Aunque es evidente la imposibilidad de datar todos los niveles y las limitaciones del propio método de datación radiocarbónica (Birks & Birks, 1980; Bennet & Willis, 2001), es necesario contar con modelos cronológicos fiables y de alta resolución para minimizar la incertidumbre de las cronologías y obtener así valores de AR lo más fiables

posible. Otra dificultad es la de considerar los intervalos de confianza del cálculo de concentración polínica (Maher, 1981).

Los cálculos de concentración polínica (partículas.gr<sup>-1</sup>) se ha realizado siguiendo la siguiente fórmula (Benninghoff, 1962; Bennet & Willis, 2001):

$$\frac{((\text{n}^\circ \text{ de Lycopodiums añadidos} \times \text{n}^\circ \text{ de pólenes contados}) / \text{n}^\circ \text{ Lycopodiums contados})}{\text{gramos de sedimento}}$$

La fórmula para el cálculo de de la AR (partículas.cm<sup>-1</sup>.yr<sup>-1</sup>) se calcula mediante el cálculo de la concentración polínica en partículas por cm<sup>3</sup> (Faegri & Iversen, 1989; Hicks & Hyvärinen, 1999):

$$\frac{\text{concentración polínica y de NPP (partículas.cm}^{-3}\text{)}}{\text{tasa de acumulación sedimentaria (años/cm)}}$$

Se ha demostrado el interés de combinar los métodos de cálculos porcentuales, de Concentración polínica y de AR para la mejor caracterización de los cambios vegetales y paisajísticos, sobre todo al estudiar fases antiguas en las que el paisaje suele presentarse ampliamente forestado (Birks, 1986). Aaby (1986) puso de manifiesto que en medios forestados los cambios en el PA *influx* (AR de polen arbóreo) son en primera instancia la respuesta a cambios en la estructura del bosque, pudiéndose incrementar estos valores de polen arbóreo cuando se intensifica la actividad antrópica. Por otra parte, la interpretación conjunta valores de concentración polínica y AR permiten una mejor valoración del proceso de acumulación de los registros (Giesecke & Fontana, 2008).

### 5.3.2.3 Representación gráfica de los resultados.

Los diagramas porcentuales, de AR y de concentración polínica y de microfósiles no polínicos han sido elaborados con la ayuda del programa informático C2© (Juggins, 2007). En el caso de los diagramas polínicos, los taxones han sido agrupados, de izquierda a derecha, de la siguiente manera: taxones arbóreos, arbustivos, ratio de polen arbóreo sobre el total de la suma base (PA/T), Poaceae, cultivos herbáceos, taxones arvenses, otros indicadores polínicos de antropización (Behre, 1981, 1986), otros taxones herbáceos, taxones higrófitos y esporas. En los diagramas sintéticos, se han añadido sumatorios de arboricultura (*Juglans* y *Castanea*), de cultivos herbáceos (*Cerealia-t*, *Secale*, *Fagopyrum*, *Linum usitatissimum* y *Cannabis-t*), de adventicias (*Sinapis-t*, *Scleranthus-t* y *Agrostemma-t*) y de otros IPA (*vedi infra*). Por otra parte, el diagrama de MNP está organizado en taxones de hongos coprófilos, sumatorio de coprófilos (*Sordaria*, *Sordariaceae*, *Sporormiella*, *Podospora polysporus*, *Podospora*, *Arnium*, *Arnium imitans*, *Cercophora*, *Coniochaeta* cf. *ligniaria* y *Apiosordaria verruculosa*), otras esporas de hongos, algas y restos de microfauna (incluyendo Protozoa y huevos de endoparásitos intestinales).

Todos los diagramas elaborados muestran en el límite izquierdo la columna estratigráfica y la profundidad (en cm) y, en el caso de los diagramas sintéticos, la escala temporal (en cal BC/AD) elaborada en base a los modelos cronológicos.

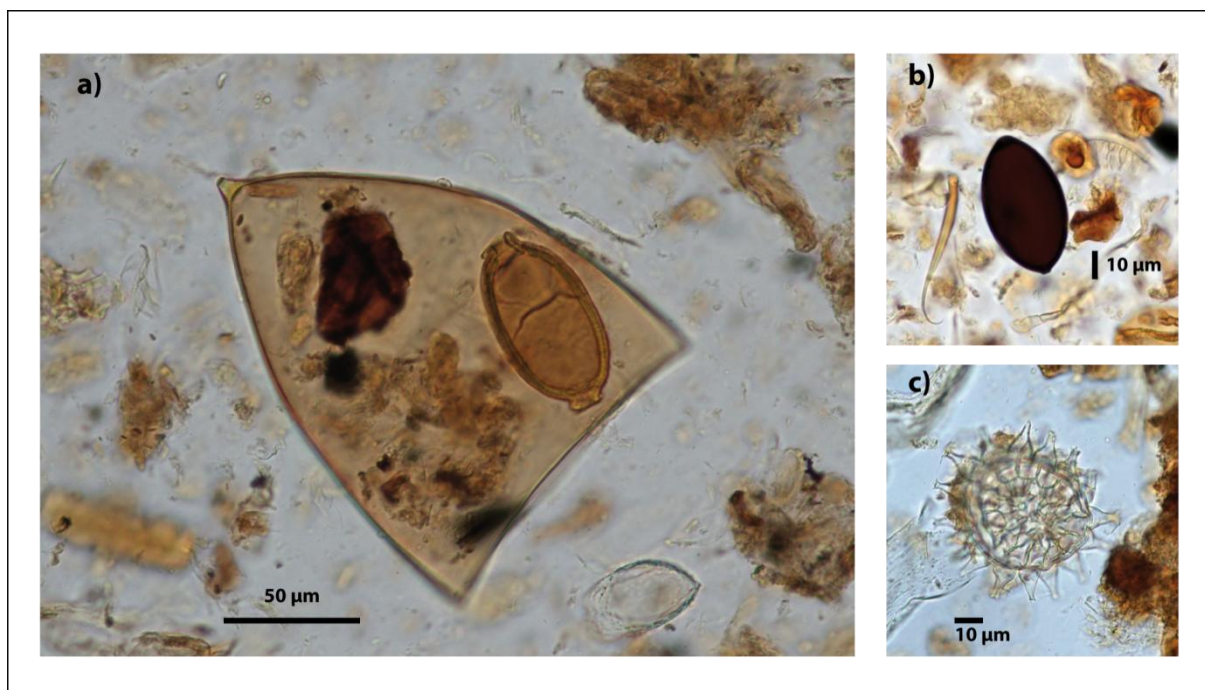
### 5.3.2.4 Zonación de diagramas.

El establecimiento de *pollen assemblage zone* (PAZ) se ha realizado con el paquete estadístico PAST© (Hammer *et al.*, 2006), utilizando el análisis clúster constreñido (Grimm, 1987) sobre valores porcentuales únicamente de los taxones incluidos en la suma base polínica. Este sistema de zonación numérica es el método más utilizado en trabajos recientes dado que permite la obtención de valores objetivos y repetibles que posibilitan la interpretación y la comparación de diagramas (Bennet & Willis, 2001). Las PAZ son designadas por la inicial del lugar de sondeo en mayúscula seguidas de un número y luego por una letra en

minúscula si se trata de subzonas, las cuales se basan en criterios estadísticos y de dinámica de la antropización.

#### 5.4 Microfósiles no polínicos.

Las muestras sometidas a tratamiento polínico conservan otros microrrestos bióticos de origen diverso denominados genéricamente Microfósiles No Polínicos –MNP- (Geel 2001). Este conjunto de microfósiles está compuesto principalmente por esporas de hongos (Geel *et al.*, 2003; Blackford & Innes, 2006; Cugny *et al.*, 2010), algas (Geel, 2001; Kuhry, 1997), cianobacterias (Geel *et al.*, 1994, 1996), restos de invertebrados (Haas, 1996; Mighall *et al.*, 2006; López Sáez *et al.*, 1998) y tecamebas (Payne *et al.*, 2012). En ciertos microrrestos es posible su determinación a nivel de género e incluso en algunos casos a nivel de especie (Fig. 21). Algunos MNP continúan sin tener una atribución clara aunque ofrecen información paleoecológica basándose en la comparación con otros datos paleoecológicos u otros MNP de ecología conocida (Geel, 2001).



**Fig. 21-** Ejemplos de microfósiles no polínicos: a) *Gyratrix hermaphroditus* y huevo de *Capillaria* sp.; b) *Sordaria* y c) *Macrobotus hufelandi*. Fotografías: G. Servera Vives



La nomenclatura de MNP se basa en las normas vigentes, esto es las iniciales del Laboratorio seguido del código numérico del microfósil identificado. Así pues, “HdV” hace referencia al Laboratorio Hugo de Vries (Amsterdam, Países Bajos), “TM” se refiere a Toulouse Mirail (Francia), “LCE” (Laboratoire Chrono-Environnement, Université de Franche-Comté, Francia). Basándonos en el esquema de I. Jouffroy-Bapicot (2010), los MNP pueden agruparse en 3 grandes categorías: indicadores de variaciones hidrológicas y tróficas del registro, indicadores de una planta (parásitos y saprófitos) o de un determinado tipo de vegetación e indicadores de actividades antrópicas.

**Indicadores de variaciones hidrológicas y del estatus trófico.** En este grupo se incluyen las zigosporas de algas coloniales (v.gr., *Botryococcus*) o de algas verdes (Zygnemataceae). *Botryococcus* es un alga colonial que generalmente vive en contextos de agua dulce, turberas, zonas encharcadas temporalmente, estanques o lagos en condiciones mesotróficas o eutróficas (Geel, 2001; Kuhry, 1997). Las zignematáceas son algas verdes filamentosas que viven en lagos poco profundos, zonas estancadas, estanques, charcos o suelos húmedos (Geel, 2001). Dentro de esta familia cabe destacar los taxones *Spirogyra* (HdV-130), *Zygnema-t* (HdV-62) y *Mougeoutia* (HdV-61). Mientras que *Mougeoutia* y *Zygnema-t* parecen tolerar condiciones mesotróficas, *Spirogyra* podría ser indicadora de condiciones eutróficas (López Sáez *et al.*, 1998).

Otro grupo de indicadores del estatus hídrico lo constituyen las tecamebas (*Amphitrema flavum*, *A. wrightianum*, *Arcella*), restos de rotíferos (*Conochilus natans*), turbelarias (Neorhabdocoela) y pequeños crustáceos como los *Copepoda*. Dentro del grupo de las tecamebas, *Amphitrema flavum*, *A. wrightianum* y *Arcella* se desarrollan en condiciones de alta humedad y oligotrofia (Beyens & Meisterfeld, 2001; Mitchell *et al.*, 2001; Lamentowitz & Obremaska, 2010; Woodland *et al.*, 1998; López Sáez *et al.*, 1998). Aunque *Arcella* es considerado generalmente como indicador de condiciones húmedas, también aparece junto a indicadores de medios secos en estudios paleoecológicos de turberas (Blundell & Barber, 2005; Linden *et al.*, 2008). Según Lamentowitz *et al.* (2009), esto sugiere que *Arcella* debe ser

considerado como un indicador de inestabilidad hidrológica dado que es un colonizador precoz de nuevos medios. Dentro del grupo de turbelarias, *Gyratrix hermaphroditus* y *Mricrodalyelia armigera* pueden indicar el predominio de condiciones eutróficas (Haas, 1996). Por otra parte, la presencia de espermátóforos de *Copepoda* indica la existencia de condiciones meso-eutróficas con disponibilidad moderada de nutrientes (López Sáez *et al.*, 1998). Por otra parte, *Assulina muscorum* es una tecameba observada en turbas de *Sphagnum* (Beyens & Meisterfeld, 2001; Geel, 1978; Mitchell *et al.*, 2001) y está principalmente asociada a fases secas de la turberas (Shnitchen *et al.*, 2003).

**Indicadores de vegetación.** Este grupo está formado en primer lugar por hongos parásitos de determinadas especies vegetales indicando, por lo tanto, la presencia local de dicha planta. Como ejemplos cabe citar el tipo HdV-18, *Tilletia sphagni* (HdV-27), *Meliola* (HdV-14) y *Clasterosporium caricinum* (HdV-126). El tipo HdV-18 procede de un hongo no identificado que crece en las raíces de *Eriophorum vaginatum* siendo así indicador de su presencia local (Mauquoy & Geel, 2007). *Tilletia sphagni* es un hongo estrictamente ligado a la presencia de *Sphagnum* (Geel, 1978), encontrándose principalmente en fases de transición de condiciones secas a más húmedas (Yeloff *et al.*, 2007). Por su parte, *Meliola* se encuentra preferentemente en medios turbosos secos con presencia de *Calluna vulgaris* (Geel, 1978), mientras que *Clasterosporium caricinum* es un parásito de *Carex* sp. (Pals *et al.*, 1980; Geel *et al.*, 1983; Geel, 2001; Geel & Aptroot, 2006).

En un segundo grupo, se incluyen los saprófitos de materia leñosa que indican la presencia de madera en putrefacción cercana así como la posible proximidad del bosque. En este subgrupo, se incluyen *Kretzschmaria deusta* (HdV-44), *Brachysporium* (HdV-360), *Trichocladium opacum* (HdV-572) y *Assulina muscorum* (HdV-32A). *Kretzschmaria deusta* (= *Ustulina desuta*) es un parásito de la madera de ciertos árboles (Geel & Aptroot, 2006), aunque recientemente se ha relacionado con la presencia de *Fagus sylvatica* (Cugny *et al.*, 2010). Parece ser que su dispersión es reducida, siendo un buen indicador de la existencia de cobertura arbórea cercana (Geel & Andersen 1988; Dietre *et al.*, 2012). Por otra parte, *Brachysporium* parece ser un hongo saprófito lignófago (Kiffer & Morelet, 1997; Geel *et al.*, 1980/1981). *Trichocladium*

*opacum* pertenece a un hongo saprófito o parásito asociado a sustratos con árboles, hojas, madera en descomposición, corteza o ramas (Ellis & Ellis, 1985; Kiffer & Morelet, 1997; Cugny *et al.* 2010).

**Indicadores de la presencia de mamíferos y de procesos erosivos.** Este grupo incluye principalmente de esporas de hongo que son registrados en su mayoría en secuencias turbosas, sobre todo en los niveles formados bajo condiciones secas (Geel, 2001). A nivel tafonómico, es importante remarcar que en general solo se conservan las esporas más robustas (Geel, 2001; Geel *et al.*, 2003). En primer lugar, destacamos las clamidosporas de *Glomus* que se generan en una simbiosis hongo-raíces de la planta (endomicorriza) produciéndose en la parte superior de los suelos (Geel, 2001; Cook *et al.*, 2011). Por esto, la presencia de *Glomus* en las secuencias fósiles puede ser interpretada como la evidencia de la desestabilización de suelos siendo por tanto un indicador de procesos erosivos (Geel *et al.*, 2003; Anderson *et al.*, 1984). Un segundo grupo de esporas han sido interpretadas como carbonícolas entre las que se encuentran *Coniochaeta* cf. *ligniaria*, y *Gelasinospora* (Geel *et al.*, 2003; Geel & Aptroot, 2006; Yeloff *et al.*, 2007). Sin embargo, cabe decir que estos hongos carbonícolas presentan generalmente una ecología más amplia, siendo con frecuencia también identificados en contextos ganaderos (Cugny *et al.*, 2010; Geel & Aptroot, 2006; Ejarque *et al.*, 2011).

Finalmente, un tercer grupo lo conforman los denominados hongos coprófilos los cuales suscitan un interés especial en tanto y en cuanto aportan información local sobre la presencia de mamíferos que pueden relacionarse con la presencia de rebaños y de prácticas ganaderas (Geel *et al.*, 2003; Cugny *et al.*, 2010; Jouffroy-Bapicot, 2010). Estos hongos se aprovechan del contenido en nitrógeno de los excrementos de los herbívoros para desarrollarse (Bell, 1983). Su introducción en los estudios paleoambientales multi-proxy ha supuesto un gran avance en el estudio del pastoralismo ya que muchos de los indicadores polínicos de antropización no permiten precisar si los medios han sido perturbados por el ganado. De todos modos, la mayoría de hongos coprófilos no solo crecen en excrementos de herbívoros, sino que tienen una distribución más amplia dado que en su mayoría descomponen materia orgánica. Este es

el caso por ejemplo del género *Chaetomium* que es un género saprófito que puede aparecer en la descomposición tanto de plantas como de excrementos (Geel *et al.*, 2003; Geel & Aptroot 2006). Dentro del grupo de coprófilos, las esporas de *Sporormiella* (HdV-113), *Sordaria* (HdV-55A) y *Podospora* (HdV-368) son actualmente los tres indicadores más fiables de la presencia de grandes herbívoros (Baker *et al.*, 2013). De estos tres, seguramente el único indicador estrictamente ligado a la presencia de excrementos sea *Sporormiella* (Geel & Aptroot, 2006; Davis & Shaffer, 2006; Blackford & Innes, 2006; Ejarque *et al.*, 2011; Dietre, 2012). Otros posibles coprófilos más generalistas comprenden *Apiosordaria* (HdV-169) (Ejarque *et al.*, 2011; Geel *et al.*, 2003), *Cercophora* (HdV-112) (Geel *et al.*, 1981, 2003; Buurman *et al.*, 1995), *Coniochaeta* cf. *ligniaria* (Geel & Aptroot, 2006; Cugny *et al.*, 2010) y *Arnium* (Geel *et al.*, 2003).

Existen diferentes trabajos que han incorporado la identificación y cuantificación de huevos de parásitos intestinales tales como *Trichuris* o *Capillaria* como un proxy más en el estudio del pastoralismo (Kühn *et al.*, 2013; Ejarque *et al.*, 2011; Servera Vives *et al.*, 2013), aunque el estudio de estos restos se ha centrado principalmente en yacimientos arqueológicos (v. gr., Le Bailly *et al.*, 2010; Bouchet *et al.*, 2003; Florenzano *et al.*, 2012; Reinhard, 1992).

## **5.5 Otros estudios sobre secuencias.**

### **5.5.1 Las partículas carbonosas.**

Las partículas carbonosas pueden dividirse en microcarbones (<150 µm) y macrocarbones (≥150 µm) (Carcaillet *et al.*, 2001). Mientras que la primera categoría se considera indicadora de la dinámica regional del régimen de incendios, los macrocarbones son reconocidos como buenos indicadores de la frecuencia de fuegos de carácter local (Carcaillet, 2007; Carcaillet *et al.*, 2001; Withlock & Larsen, 2001; Milspagh & Withlock, 1995). De todas maneras, se han apuntado diversas limitaciones de este tipo de estudios consecuencia de los escasos estudios de carácter metodológico/referencial existentes. Algunos de estos temas de controversia giran en torno al diámetro mínimo a utilizar para excluir los carbones de origen regional o al volumen mínimo de muestra para obtener una cuantificación fiable (Carcaillet *et al.*, 2001).

En el presente trabajo, se han utilizado los macrocarbones de diámetro  $\geq 200 \mu\text{m}$  como indicador para la reconstrucción de la señal local de los procesos de combustión.

Las muestras analizadas para la concentración de macrocarbones han seguido el mismo tratamiento físico-químico que las muestras polínicas. Así pues, se analizó un volumen constante de muestra ( $1\text{cm}^3$ ) que fue filtrado a  $200\mu\text{m}$  después de la disgregación de la muestra con HCl. La principal ventaja de este método es que no añade ningún tratamiento adicional a las muestras, hecho que evita la fragmentación de los restos carbonosos. El conteo de macrocarbones se ha realizado con la ayuda de una lupa binocular a  $\times 100$  aumentos. La concentración e *Influx* o *Acumulation Rate* -AR- de macrocarbones ha sido calculada en número de fragmentos por  $\text{cm}^3$  y en  $\text{fragmentos.cm}^{-2} \text{g}^{-1}$ , respectivamente.

### 5.5.2 Estudios geoquímicos y de sedimentología.

Las turberas son buenos registros para el estudio de las actividades metalúrgicas del pasado al ser buenos captadores de las partículas contaminantes de las actividades extractivas (Baron, 2005; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2007; Shotyk *et al.*, 2000; Martínez Cortizas *et al.*, 2002). Por lo tanto estos medios sedimentarios permiten estudiar la evolución de las actividades metalúrgicas tanto a escala hemisférica (Boutron *et al.*, 2004, Hong *et al.*, 1996), como regional o local (Shotyk *et al.*, 1997, 2000; Martínez Cortizas *et al.*, 2009; Baron *et al.*, 2005; Galop *et al.*, 2001; Ejarque *et al.*, 2009).

El estudio geoquímico y sedimentológico de las secuencias de Countrasts y Amourous ha sido realizado por el Dr. Ramon Julià Brugués (IJA-CSIC) y estos resultados contribuyen a la interpretación de los cambios polínicos, vegetales, ambientales y paisajísticos, especialmente en un sector minero-metalúrgico como el Mont Lozère. El análisis geoquímico se ha realizado sobre los mismos registros sedimentarios utilizados para el estudio polínico, ambos extraídos en la campaña de campo de septiembre de 2009. El contenido de agua ha sido calculado después de secar las muestras a  $60^\circ \text{C}$  dentro de una estufa durante una noche. La preparación de las muestras para el análisis geoquímico se ha realizado en el laboratorio de datación U/Th del Instituto de Ciencias de la Tierra. Una vez seca la muestra, ésta se ha

triturado dentro de un mortero de ágata para el análisis de difracción de rayos-X, con el objetivo de determinar la composición mineralógica (cuarzo, feldespatos y arcillas). Estas mismas muestras han sido utilizadas para calcular los porcentajes de materia orgánica y el contenido en carbonatos a partir de la pérdida de peso después de 4h de combustión del sedimento a 550 °C y a 950 °C (Dean, 1974; Heiri *et al.*, 2001). Posteriormente, una pequeña parte de las muestras se ha utilizado para su total disolución en ácido siguiendo los protocolos definidos por Luo & Ku (1991). El análisis geoquímico de Pb, P, Ti, Cu, Ni, Zn, As, Mn, Fe, Co, Sr, Ba, Ca, S y Na ha sido realizado aproximadamente cada 2 cm en ICP-AES (*Inductive Coupled Plasma*) en el Instituto de Ciencias de la Tierra-CSIC (Barcelona). Los valores geoquímicos han sido normalizados en base al contenido en Al a fin de permitir la comparación con la secuencia de Narses Mortes (Baron, 2005). Los resultados se muestran en diagramas contruidos con el programa C2© (Juggins, 2007).

## **5.6 Datación de los registros fósiles y construcción de modelos cronológicos.**

### **5.6.1 Datación radiocarbónica.**

Se han realizado treinta y una dataciones radiocarbónicas del conjunto de secuencias estudiadas en su mayoría realizadas en el *Center for Applied Isotope Studies* (CAIS-University of Georgia, EUA). Una datación fue realizada en el Centre de “Datation par le RadioCarbone”, (UMR 5138, *Archéométrie et Archéologie*, Lyon) en el marco del programa nacional “Artemis” del CNRS.

El material orgánico objeto de datación corresponde a macrorestos vegetales, que incluyen madera, carbón y semillas, a la vez que también se han realizado dataciones de turba (*bulk sediment*). Los macrorestos objeto de datación fueron seleccionados con la ayuda de una lupa binocular después de disgregar las muestras en HCl y filtrarlas en malla de 200 µm de luz. En los casos en que los macrorestos eran insuficientes para obtener la datación, se ha datado la fracción inferior a 200 µm de bulk sediment con el objetivo de evitar la inclusión de raíces.

Esta contaminación podría ser especialmente importante en las fases de colonización de la turbera por Cyperaceae ya que sus raíces suelen abundar en el sedimento.

#### 5.6.2 *Spheroidal Carbonaceous Particles.*

Las *Spheroidal Carbonaceous Particles* (SCP) son pequeñas esferas (que miden generalmente entre 20 y 70  $\mu\text{m}$ ) de carbón elemental generadas durante la combustión incompleta a alta temperatura de combustibles fósiles (Rose, 1990, 2001; Swindles, 2010/2011). Una vez son emitidas a la atmosfera, las SCP se propagan a largas distancias y pueden ser incorporadas a los registros sedimentarios. Estos microrrestos de color negro oscuro presentan una morfología característica con presencia de microporos, por lo cual son microscópicamente identificables y cuantificables. Por este motivo constituyen indicadores inequívocos de las emisiones del periodo industrial (Wik & Renberg, 1991; Rose 1995; Rose & Appleby, 2005; Swindles, 2010/2011). Su utilidad en la datación de niveles contemporáneos de registros sedimentarios ha sido bien calibrada en el Reino Unido e Irlanda gracias a la utilización de otros métodos radiométricos y a la comparación con las curvas de consumo de combustibles (Rose *et al.*, 1995, Rose & Appleby, 2005).

Aunque se han observado diferencias regionales en las emisiones de SCP en países industrializados, se han descrito unas tendencias comunes en las curvas de concentración de estas partículas (Rose, 2001; Swindles 2010/2011). En primer lugar, el inicio de la curva de SCP se suele situar en la segunda mitad del s.XIX. En segundo lugar, se produce un rápido incremento de la concentración de SCP después de la II Guerra Mundial, como consecuencia del incremento de demanda eléctrica y de la aparición de empresas energéticas alimentadas con petróleo. En tercer lugar, se documenta el pico máximo de concentración de SCP en la década de 1950-60, seguido de una caída más reciente. Los datos de emisiones de CO<sub>2</sub> del *Carbon Dioxide Information Analysis Center* (CDIAC) permiten proponer para Francia una secuencia específica de consumo de combustibles que incluye otros puntos de inflexión observables también en la curva de SCP.

El uso de SCP en este trabajo se ha realizado en los 48 cm superiores de la secuencia de Laubies, ya que la parte superior de la secuencia, que corresponde al período contemporáneo, presenta una alta tasa de acumulación. El interés de la aplicación de este método es doble: en primer lugar permite la datación del tramo subactual del registro y por otra parte, supone la aplicación por primera vez de este método de datación en un registro turboso del Macizo Central. Además, la obtención de cronologías precisas para determinados eventos bioestratigráficos en la secuencia de Laubies permite su extrapolación a otras secuencias y la corrección de modelos cronológicos para las fases más recientes de otras secuencias. El método de análisis para las dieciséis muestras estudiadas ha seguido el protocolo establecido por N.L. Rose (1990) con ligeras modificaciones propuestas por G.T. Swindles (2010/2011) y H. Yang *et al.* (2001):

- Secado de 2 cm<sup>3</sup> de muestra a 60° C durante 12 horas y pesado en seco.
- HNO<sub>3</sub> durante 2 horas a 90° C para la destrucción de la materia orgánica.
- HF (48%) a 80° C durante 2 horas para la destrucción de los silicatos.
- HCl (37%) a 80° C durante 15 minutos para la disolución de los fluorosilicatos. En este punto del tratamiento se añaden pastillas de *Lycopodium*.
- Recuperación de la muestra con H<sub>2</sub>O y montaje en lámina con glicerina.
- Las muestras siempre se han centrifugado a bajas revoluciones (1.500 r.p.m.) para evitar la fragmentación de las partículas.

La identificación y cuantificación de las microesferas se ha realizado con un microscopio óptico de luz transmitida Zeiss Axiostar a x400 y x630 aumentos. El cálculo de concentración de partículas se ha realizado a partir de la inclusión de pastillas calibradas de *Lycopodium* (Stockmarr, 1971). La concentración de SCP se expresa en partículas.gr<sup>-1</sup> de sedimento seco.

### **5.6.3 Indicadores bioestratigráficos y geoquímicos.**

Los modelos cronológicos se han completado, en sus fases más recientes, mediante la utilización de eventos bioestratigráficos y geoquímicos de edad históricamente conocida, con el objetivo de mejorar la cronológica del periodo contemporáneo. En efecto, se sabe que las



replantaciones de pino y otras especies resiníferas se iniciaron a finales del s. XIX en la zona del Mont Lozère (PNC, 2007a; Carbonne, 1997; Allée & Paradis, 2011). Posteriormente, hubo tres olas de reforestación: 1880, 1920-1930 (ambas dentro de la ley de *Restauration des Terrains de Montagne*) y 1960-1970, llevadas a cabo por la *Office National des Forêts* (Carbonne, 1997). Las primeras plantaciones de *Picea* en el Mont Lozère tuvieron lugar entre 1920 y 1930 (Martin *et al.*, 2004). Estos datos se correlacionan con los aumentos de las curvas de *Pinus* y *Picea* en las partes más recientes de los diagramas.

Por otra parte, los datos de geoquímica también permiten establecer cronologías específicas para ciertas tendencias en las curvas de metales, en concreto en lo que se refiere al zinc (Zn), manganeso (Mn) y plomo (Pb). A partir de finales del s. XIX, la zona del Mont Lozère fue importante en la extracción de zinc para la industria del latón, como es el caso de la vecina mina de Bleymard-Mazel (Rolley & Wienin, 2001; Monna *et al.*, 2011). Por lo tanto, el aumento significativo de las curvas de zinc, así como de otros metales industriales como el plomo o el manganeso, permite situar esta tendencia cronológicamente hacia aproximadamente 1880.

#### **5.6.4 Construcción de modelos cronológicos.**

Las fechas radiocarbónicas obtenidas en años convencionales (años BP) han sido calibradas con la curva Intcal09 (Reimer *et al.* 2009). Se han construido dos tipos de modelos cronológicos, unos del tipo de interpolación lineal y otros ajustando una curva del tipo *spline* con un alisamiento de 0.2 con el uso del programa Clam© (Blaauw, 2010) dentro del paquete estadístico R versión 2.14.2 (R Development Core Team, 2011). Este programa permite tomar en consideración la distribución de la probabilidad de las dataciones radiocarbónicas en el seno del intervalo de calibración a dos  $\sigma$ , mientras que los modelos clásicos de construcción de modelos cronológicos consideran una equiprobabilidad dentro del intervalo de calibración. Para encontrar el modelo cronológico más conveniente de todos los modelos posibles, el programa Clam calcula la mediana ponderada para cada una de las fechas calendáricas de la muestra (*Ibidem*). Para las fases contemporáneas, los modelos obtenidos

han sido mejorados mediante la inclusión de fechas históricas basadas en la curva de SCP y los eventos bioestratigráficos o geoquímicos (*vedi supra*).

## **6 RESULTADOS**



## 6.1 L'Amourous (1550 m s.n.m.)

44° 26' 5." N

3° 39' 48" E

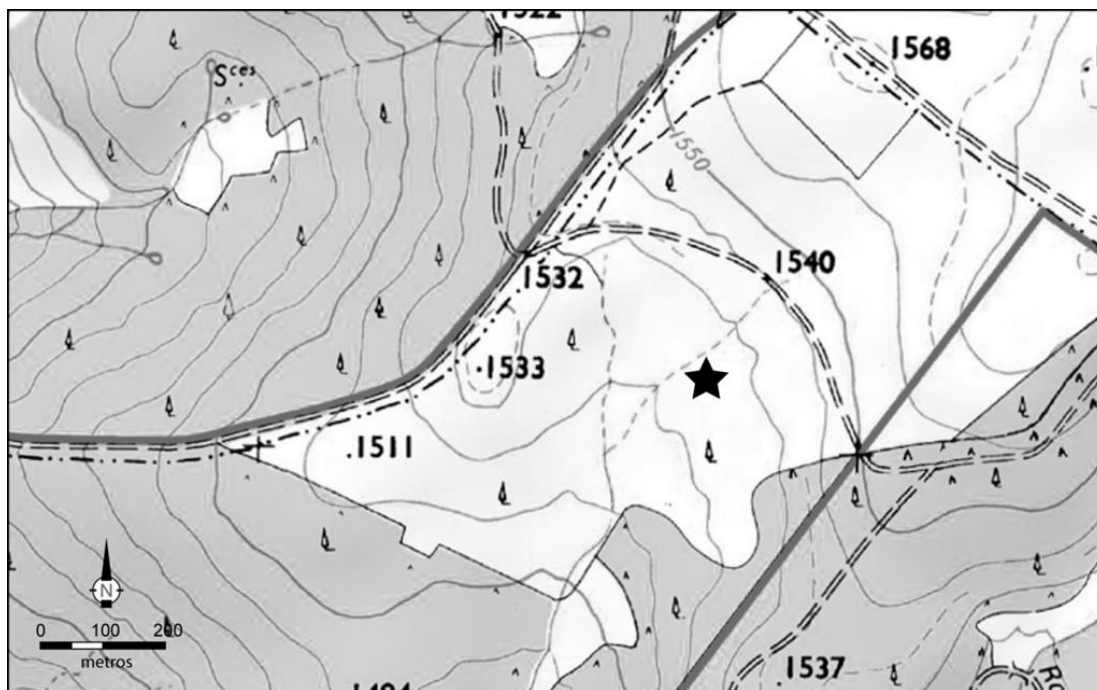


Fig. 22- Localización de la secuencia de L'Amourous. Base cartográfica: Geoportail ©.

### 6.1.1 Descripción del registro.

La turbera de L'Amourous (código del PNC: 110099) se sitúa en la parte sumital de la vertiente sur de la parte central del macizo del Mont Lozère (Fig. 22). Esta zona húmeda ocupa actualmente aproximadamente 13 ha. Se trata de una turbera ombrotrófica de origen fluviogénico en orientación S-SO. La existencia de canales de agua ha formado un perfil irregular en los que estos se alternan con montículos turbosos de hasta 2,5 m. La vegetación de estas zonas ombrofizadas se caracteriza por el predominio de esfagnos y brezos (Fig. 23). La vegetación de la turbera presenta un predominio de abombamientos y pastos higroturbosos, pastos higroturbosos dominados por *Eriophorum angustifolium* y herbazales de *Nardus stricta* (F. Duguépéroux –PNC-, comunicación personal). Por otra parte, la vegetación

circundante de la zona húmeda consiste principalmente en pinos, fruto de las reforestaciones realizadas desde finales del siglo XIX y de la colonización natural ligada a la dinámica de desecación de la turbera que se manifiesta principalmente en las zonas laterales. En la actualidad la parcela en la que se encuentra la turbera es frecuentada por ganado bovino durante el verano.



**Fig. 23-** Vista de la turbera de L'Amourous. Foto: P. Allée.

### 6.1.2 Secuencia sedimentaria y modelo cronológico.

El sondeo de la secuencia se realizó en el mes de septiembre de 2009, obteniendo como resultado una secuencia de 238 cm de longitud. El material recogido fue turba y un *touradon* de 22 cm, es decir una mata de vegetación poco descompuesta. Este fue extraído previamente a la realización del sondeo, el cual se realizó a partir de la base del *touradon*. La secuencia se caracteriza por dos unidades litológicas mayores que se subdividen de la siguiente manera:

L1 (0-22 cm): *touradon*; esfagnos en descomposición con presencia de raíces

L2 (22-32 cm): turba fibrosa poco descompuesta

L3 (32-41 cm): turba marrón fibrosa

L4 (41-47 cm): turba marrón evolucionada

L5 (47-67 cm): turba marrón fibrosa

L6 (67-82 cm): turba marrón evolucionada

L7 (82-85 cm): turba marrón fibrosa

L8 (85-123 cm): turba marrón fibrosa evolucionada

L9 (123-212 cm): turba negra fibrosa evolucionada

L10 (212-217 cm): turba marrón fibrosa evolucionada

L11 (217-237 cm): turba negra evolucionada con alguna pasada de arena

L12 (237-238 cm): arena granítica

Se han realizado un total de siete dataciones radiocarbónicas sobre bulk y madera (Tabla 4). Los resultados obtenidos muestran una sedimentación continua entre inicios del VI milenio cal BC y ca. 1500 AD (entorno a 40 cm), momento en que se podría producir un hiatus o una fuerte desaceleración de la turfigénesis como lo muestran los resultados polínicos y geoquímicos (Julià, 2012). La sedimentación parece acelerarse fuertemente hacia finales del s. XIX o principios del s. XX. En efecto la tasa de sedimentación oscila entre 0,01 y 0,04 mm/año<sup>-1</sup> en la mayoría de la secuencia, excepto entre 203-171 cm (0,21 mm/año<sup>-1</sup>) y 40-0 cm (0,35 mm/año<sup>-1</sup>). El modelo cronológico se ha construido por interpolación lineal entre pares de

fechas (Fig. 24). Se ha ajustado la parte más reciente del modelo cronológico gracias a los datos geoquímicos de Pb y Zn, así como también con las primeras evidencias de *Picea* (ver capítulo 5).

Ref. laboratorio	Profundidad (cm)	Material datado	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a 2 $\sigma$ (cal BC/AD)
UGAMS-8013	50-51	bulk	1630 $\pm$ 25	381-469 cal AD
UGAMS-8865	61-62	bulk	2520 $\pm$ 20	648-547 cal BC
UGAMS-8014	111-112	bulk	3500 $\pm$ 25	1891-1748 cal BC
UGAMS-8866	124-125	bulk	4240 $\pm$ 25	2907-2864 cal BC
UGAMS-8015	171-172	bulk	5490 $\pm$ 30	4373-4317 cal BC
UGAMS-8867	203-204	madera	5660 $\pm$ 25	4546-4450 cal BC
UGAMS-6549	230-231	madera	6930 $\pm$ 30	5882-5737 cal BC

**Tabla 4-** Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de L'Amourous.



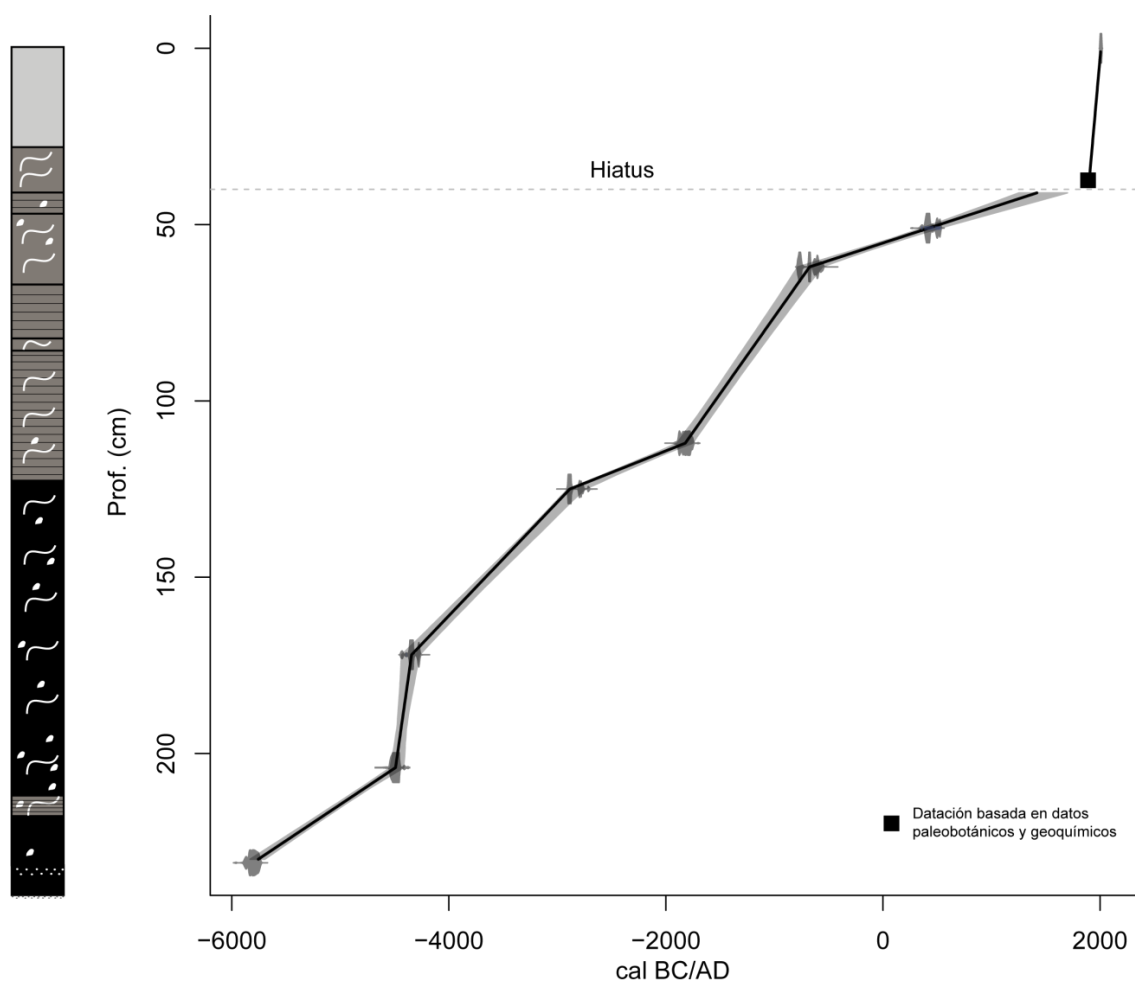


Fig. 24- Modelo cronológico de la secuencia de L'Amourous.

### 6.1.3 Resultado polínicos.

El diagrama polínico se divide en 7 zonas polínicas y en algunos casos estas se dividen en subzonas. La descripción de resultados de la secuencia de Amourous se muestra en la tabla 5, mientras que los resultados porcentuales se muestran en las figuras A.1, A.2, A.3 y A.4.

ZPL	Prof. cm	Polen arbóreo	Polen no arbóreo
A7b	12	- incremento de los porcentajes PA/T (74-	- retroceso de los porcentajes de Poaceae (min. 7%) en la primera mitad de la subzona y

		<p>85%). Bajada de valores de AR</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de <i>Pinus</i> (máx. 43%), <i>Picea</i> (ca. 6%) y <i>Olea</i> (1,5%), <i>Quercus ilex</i>-t (1,5%) y <i>Abies</i> (1%)</li> <li>- descenso de <i>Corylus</i>, <i>Betula</i>, <i>Quercus</i> caducifolio, <i>Alnus</i> y <i>Castanea</i></li> <li>- grumos de <i>Betula</i> y <i>Pinus</i></li> <li>- ausencia de macrocarbones</li> </ul>	<p>aumento en la muestra superior</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- valores irregulares y a la baja de <i>Calluna</i> (de 37-10%)</li> <li>- descenso de <i>Cereal</i>-t a niveles de traza (máx. 0,2%)</li> <li>- bajada de los valores y menor diversidad de apófitos a nivel de presencia: <i>Rumex acetosella</i>-t (0,5%), <i>Rumex</i> (1,5%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (1,5%)</li> <li>- descenso de <i>Potentilla erecta</i>-t</li> <li>- bajada de los porcentajes de <i>Sphagnum</i> y <i>Cyperaceae</i></li> <li>- grumos <i>Calluna</i>, <i>Erica</i> y <i>Poaceae</i></li> </ul>
A7a	39	<ul style="list-style-type: none"> <li>- subida de los porcentajes y AR de PA/T (46-65%) debido principalmente al rápido incremento de <i>Pinus</i> (máx. 34%)</li> <li>- incremento de <i>Corylus</i> (2,2%), <i>Betula</i> (4,6%), <i>Quercus</i> caducifolio (ca. 10%), <i>Quercus ilex</i>-t (1,8%) y <i>Fagus</i> (máx. 10%)</li> <li>- principio curva continua de <i>Picea</i> (máx. 2,5%) a 30 cm</li> <li>- incremento de <i>Castanea</i> (2,3%); presencia de <i>Juglans</i></li> <li>- grumos polínicos de <i>Pinus</i></li> <li>- macrocarbones (máx. 79 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de <i>Poaceae</i> (máx. 34%)</li> <li>- bajada de los valores de <i>Calluna</i> (máx. 30%)</li> <li>- retroceso de <i>Cereal</i>-t (máx. 1,5%), y <i>Secale</i> (0,6%)</li> <li>- presencia de <i>Centaurea cyanus</i>-t y <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- descenso de apófitos: <i>Rumex acetosa</i>-t (1,5%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (0,9%); presencia de <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Rumex</i> y <i>Bellis</i>-t</li> <li>- incremento de <i>Potentilla erecta</i>-t (máx. 9%), <i>Saxifraga</i> (1,5%);</li> <li>- Aumento de <i>Sphagnum</i> (8,5%) y <i>Cyperaceae</i> (11%)</li> <li>- grumos de <i>Poaceae</i> y <i>Cyperaceae</i></li> </ul>
Hiatus			
A6	48,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de los porcentajes y AR de PA/T (74-48%)</li> <li>- descenso marcado de <i>Fagus</i> (16-8%), <i>Quercus</i> caducifolio (10-5%), <i>Betula</i> (1,5%), <i>Corylus</i> (1,6%), <i>Alnus</i> (0,6)</li> <li>- incremento de <i>Castanea</i> (1,3%); presencia de <i>Juglans</i></li> <li>- valores notables de <i>Corylus</i> y <i>Betula</i></li> <li>- macrocarbones (máx. 58 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores al alza de <i>Poaceae</i> (máx. 26%)</li> <li>- aumento de los valores de <i>Calluna</i> (máx. 40%)</li> <li>- los valores de <i>Cereal</i>-t (ca. 4%) son los más altos de la secuencia; presencia de <i>Secale</i> (0,6%)</li> <li>- representación puntual de <i>Papaver roeas</i>-t y <i>Centaurea cyanus</i>-t</li> <li>- incremento de los taxones nitrófilos y ruderales tales como <i>Rumex acetosa</i> (ca. 7%), <i>Rumex acetosella</i>-t (0,3%), <i>Rumex</i> (2,6%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (2,6%), <i>Artemisia</i> (3%); presencia de <i>Bellis</i>-t, <i>Plantago major/media</i>-t y <i>Galium</i></li> <li>- aumento de <i>Apiaceae</i> (2,3%)</li> <li>- presencia de <i>Nuphar</i>, <i>Pinguicula</i>, <i>Potamogeton</i> y <i>Typha</i></li> </ul>

			- grupos de Cyperaceae, Poaceae y <i>Rumex</i>
<b>A5</b>	<b>61,5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores a la baja de PA/T (77-49%) debido al marcado descenso de los porcentajes de <i>Fagus</i> (38-11%) de <i>Quercus caducifolio</i> (min. 12%), confirmado por el AR</li> <li>- incremento de pioneros/heliófilos como <i>Betula</i> (ca. 10%), <i>Corylus</i> (ca. 5%) y <i>Pinus</i> (ca. 9,5%)</li> <li>- aumento de <i>Abies</i> (ca. 5%) en la primera mitad de la subzona y bajada en la segunda</li> <li>- presencia de <i>Castanea</i> y primeras evidencias de <i>Juglans</i></li> <li>- grupos de <i>Corylus</i>, <i>Abies</i> y <i>Fagus</i></li> <li>- aumento de macrocarbones (máx. 103 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- subida de Poaceae (28%)</li> <li>- rápido incremento de valores de <i>Calluna</i> (ca. 15%)</li> <li>- presencia de Cerealia-t; primeras evidencias de <i>Secale</i></li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- aumento de los porcentajes de apófitos: <i>Rumex acetosella</i>-t (0,2%), <i>Rumex acetosa</i>-t (2%), <i>Rumex</i> (1,2%), <i>Plantago lanceolata</i>-t; presencia Urticaceae, Chenopodiaceae <i>Bellis</i>-t</li> <li>- Aumento de heliófilos como Cichorioideae, <i>Anthemis</i>-t, y <i>Stellaria</i>-t</li> <li>- expansión de los valores de <i>Potentilla erecta</i>-t (ca. 5%), Apiaceae (ca. 2%) y <i>Ranunculus acris</i>-t (0,8%)</li> <li>- valores notables de <i>Sphagnum</i> (ca. 19%)</li> <li>- bajada de Cyperaceae (8,5%); presencia de <i>Menyanthes trifoliata</i></li> <li>- grupos de Cyperaceae y Poaceae</li> </ul>
<b>A4b</b>	<b>88</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de la ratio PA/T (ca. 75-80%) por el aumento de <i>Fagus</i> (24-35%). Los valores de AR son oscilantes y bajan ligeramente</li> <li>- valores notables de <i>Quercus caducifolio</i> (17-20%)</li> <li>- valores al alza de <i>Pinus</i> (6,5%) y <i>Abies</i> (ca. 6,5%)</li> <li>- primeras evidencias de <i>Castanea</i></li> <li>- baja presencia de macrocarbones (máx. 7 partículas/gr.)</li> <li>- presencia de grupos de <i>Quercus caducifolio</i>, <i>Abies</i>, <i>Fagus</i> y <i>Pinus</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de Poaceae (ca. 21%)</li> <li>- subida <i>Calluna</i> (ca. 3,5%)</li> <li>- aumento de Cerealia-t en la primera mitad de la zona</li> <li>- bajada de apófitos como <i>Rumex acetosa</i>-t y <i>Rumex</i>; presencia de <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Plantago lanceolata</i>-t, <i>Urtica</i>-t y <i>Bellis</i></li> <li>- descenso de <i>Potentilla erecta</i>-t y Apiaceae</li> <li>- aumento de <i>Sphagnum</i> (13%), Cyperaceae (32%) y <i>Adiantum</i> (1,5%)</li> <li>- presencia <i>Selaginella selaginoides</i></li> <li>- grupos de Cyperaceae y <i>Artemisia</i></li> </ul>
<b>A4a</b>	<b>109</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores de PA/T al alza (60-78%) explicado principalmente por la subida de las frecuencias y AR de <i>Fagus</i> (máx. 36%)</li> <li>- subida de los porcentajes de <i>Abies</i> (ca. 4,2%)</li> <li>- descenso porcentajes de <i>Corylus</i> (ca. 3%), <i>Betula</i> (ca. 7%), <i>Pinus</i> (ca. 4%)</li> <li>- valores estables de <i>Quercus caducifolio</i> (ca. 20%)</li> <li>- porcentajes notables de <i>Alnus</i> (ca. 4%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de Poaceae (20-12%)</li> <li>- aumento de <i>Calluna</i> (1,8%)</li> <li>- descenso de Cerealia-t (0,3%)</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- aumento notable de apófitos: <i>Rumex acetosa</i>-t (0,6%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (1,3%), Urticaceae (1,8%); presencia de <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Rumex</i>, <i>Artemisia</i> y <i>Galium</i></li> <li>- bajada de <i>Filipendula ulmaria</i>, <i>Filipendula vulgaris</i>, Apiaceae, Cyperaceae y</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- desaparición de <i>Tilia</i></li> <li>- presencia de macrocarbones (máx. 6,2 part./gr)</li> <li>- grumos de <i>Fagus</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Melampyrum</i></li> <li>- aumento de <i>Potentilla erecta</i>-t (2,1%)</li> <li>- incremento de <i>Sphagnum</i> (ca. 8,5%)</li> <li>- presencia de <i>Selaginella selaginoides</i>, <i>Callistriche</i>, <i>Drosera</i> y <i>Potamogeton</i></li> <li>- grumos de Poaceae y <i>Melampyrum</i></li> </ul>
<b>A3b</b>	<b>145,5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de PA/T en la primera mitad de la subzona (mín. 36%) y recuperación en la segunda mitad (66%). Esto se explica por la tendencia expansiva aunque irregular de <i>Fagus</i> (máx. 22%) confirmada por los valores de AR</li> <li>- valores a la baja y oscilantes de <i>Quercus caducifolio</i> (ca. 15%)</li> <li>- ligero descenso de <i>Betula</i> (ca. 7%) y <i>Corylus</i> (ca. 6%)</li> <li>- aumento de los porcentajes de <i>Abies</i> (máx. 2%)</li> <li>- valores estables de <i>Pinus</i> (ca. 7%) con bajada al final de la subzona</li> <li>- incremento de los valores de <i>Alnus</i> (máx. 5,2%)</li> <li>- retroceso de <i>Tilia</i></li> <li>- recurrencia y aumento de macrocarbones (máx. 122 partículas/gr.)</li> <li>- grumos de <i>Betula</i>, <i>Fagus</i> y <i>Corylus</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de los valores de Poaceae (máx. 44%)</li> <li>- presencia de Cerealía-t (máx. 2,5%)</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- incremento y diversificación de apófitos: <i>Rumex acetosa</i> (1,6%), <i>Rumex</i> (0,3%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (0,5%), <i>Plantago major/media</i>-t (1,5%); presencia de <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Plantago</i>, <i>Urtica</i>-t, y <i>Bellis</i>-t</li> <li>- aumento de los valores de <i>Potentilla erecta</i>-t (ca. 2,5%) y Dipsacaceae (ca. 2,5%) y <i>Polygonum bistorta</i> (0,6%) y <i>Filipendula ulmaria</i> (13,5%)</li> <li>- descenso de Apiaceae y <i>Melampyrum</i></li> <li>- aumento de Cyperaceae en la primera mitad de la subzona</li> <li>- descenso de <i>Dryopteris filix-mas</i> (ca. 1,5%), <i>Equisetum</i>; presencia de <i>Montia</i> y <i>Pinguicula</i></li> <li>- aumento de <i>Sphagnum</i> en la segunda mitad de la subzona</li> <li>- amas de Cyperaceae, Ranunculaceae, Poaceae y <i>Melampyrum</i></li> </ul>
<b>A3a</b>	<b>165</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de PA/T (70-50%) a causa del marcado descenso porcentual de <i>Betula</i> (ca. 9%) y <i>Corylus</i> (ca. 5%)</li> <li>- expansión de los valores de <i>Quercus caducifolio</i> (máx. 28%), <i>Fagus</i> (3,5%), <i>Abies</i> (1,1%) y <i>Pinus</i> (ca. 11%)</li> <li>- ligeros descenso de <i>Fraxinus</i> (ca. 1%), <i>Alnus</i> (0,5%) y <i>Tilia</i> (0,5)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de Poaceae hasta alcanzar el 25%</li> <li>- presencia de Cerealía-t (0,5%)</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t y <i>Centaurea cyanus</i>-t</li> <li>- valores al alza de taxones ruderales y nitrófilos: <i>Rumex acetosa</i> (0,8%), <i>Rumex</i> (0,8%); presencia de <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Polygonum aviculare</i>-t y <i>Plantago lanceolata</i>-t</li> <li>- subida de <i>Filipendula ulmaria</i> (ca. 12%), <i>Filipendula vulgaris</i> (6,2%), Apiaceae (máx. 21%)</li> <li>- aumento puntual de Liliaceae (ca. 25%)</li> <li>- bajada de <i>Melampyrum</i> y <i>Equisetum</i></li> <li>- presencia de <i>Pinguicula</i> y <i>Nuphar</i></li> <li>- amas de <i>Lathyrus</i>-t y <i>Melampyrum</i></li> </ul>
<b>A2c</b>	<b>186</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores al alza de los porcentajes y AR de PA/T (55-70%, debido al aumento de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de Poaceae (ca. 11%)</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Betula</i> (máx. 32%)</li> <li>- retroceso de <i>Quercus caducifolia</i> (16%) confirmado en los valores de AR</li> <li>- valores estables de <i>Corylus</i> (ca. 9%)</li> <li>- ligero retroceso de <i>Pinus</i> (ca. 4%)</li> <li>- incremento de los valores de <i>Alnus</i> (ca. 1,7%)</li> <li>- valores notables de <i>Tilia</i> y <i>Ulmus</i></li> <li>- presencia de <i>Fagus</i> y <i>Abies</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada porcentual y rarefacción de los apófitos: presencia de <i>Rumex acetosa-t</i>, <i>Rumex acetosella-t</i>, <i>Rumex</i>, <i>Plantago lanceolata-t</i>, <i>Plantago major/media-t</i> y <i>Anthemis-t</i></li> <li>- aumento de <i>Filipendula ulmaria</i> (ca. 9%) y <i>Apiaceae</i> (ca. 3%). Ambos retroceden en la segunda mitad de la subzona</li> <li>- incremento de <i>Melampyrum</i> (ca. 12%), <i>Allium-t</i> (ca. 5%)</li> <li>- descenso de <i>Dipsacaceae</i></li> <li>- valores al alza de <i>Dryopteris filix-mas</i> (ca. 10%) y <i>Equisetum</i> (ca. 8,5%)</li> <li>- grumos de polen de <i>Poaceae</i>, <i>Sanguisorba officinalis</i> y <i>Melampyrum</i></li> </ul>
A2b	206	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento porcentual y de AR de PA/T (ca. 50-58%)</li> <li>- incremento de <i>Betula</i> (10%)</li> <li>- aumento de <i>Fagus</i></li> <li>- bajada de <i>Quercus caducifolia</i> (27-20%)</li> <li>- valores notables de <i>Pinus</i> (ca. 5%), <i>Fraxinus</i> (2,8%), <i>Tilia</i> (1,8%) y <i>Ulmus</i> (1,8%)</li> <li>- presencia de <i>Abies</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de <i>Poaceae</i> (27%)</li> <li>- subida de <i>Calluna</i> (ca. 2%)</li> <li>- primeras evidencias de <i>Cerealita-t</i></li> <li>- pico de <i>Sinapis-t</i> (1,3%)</li> <li>- incremento de los apófitos: <i>Rumex acetosella-t</i> (1%), <i>Rumex</i> (ca.2%), <i>Plantago lanceolata-t</i> (1%) y <i>Artemisia-t</i>; presencia de <i>Plantago major/media-t</i>, <i>Plantago</i>, <i>Bellis-t</i> y <i>Galium</i></li> <li>- subida <i>Filipendula ulmaria</i> (ca. 5%), <i>Melampyrum</i> (8%) y <i>Dipsacaceae</i> (ca. 3%)</li> <li>- presencia de <i>Sphagnum</i> (2,3%)</li> <li>- bajada de <i>Cyperaceae</i> (ca. 3%) y <i>Ranunculus acris-t</i> (ca. 6%)</li> <li>- valores moderados y a la baja de <i>Equisetum</i> (ca. 10%)</li> <li>- presencia puntual de <i>Pinguicula</i> y <i>Potamogeton</i></li> <li>- grumos de <i>Poaceae</i>, <i>Sanguisorba officinalis</i> y <i>Melampyrum</i></li> </ul>
A2a	223	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de los valores de PA/T (67-48%) debido al retroceso en los valores de <i>Corylus</i> (8,5%) y <i>Betula</i> (4%), confirmado por los valores de CP y AR</li> <li>- valores en progresión de <i>Quercus caducifolia</i> (17-27%), <i>Ulmus</i> (4%) y <i>Alnus</i> (1,5%)</li> <li>- bajada de <i>Fraxinus</i>, <i>Salix</i> y <i>Tilia</i></li> <li>- evidencias regulares de <i>Fagus</i> y <i>Abies</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de los porcentajes de <i>Poaceae</i> (máx. 21%)</li> <li>- descenso de los IPA: v.gr., <i>Rumex acetosella-t</i> (0,7%), <i>Rumex acetosa-t</i> (0,3%); presencia de <i>Urticaceae</i> y <i>Anthemis-t</i></li> <li>- bajada de <i>Filipendula ulmaria-t</i> (ca. 3%), <i>Apiaceae</i> (ca. 2,5%) y <i>Dryopteris filix-mas</i> (0,5%)</li> <li>- valores al alza de <i>Melampyrum</i> (5%) y <i>Dipsacaceae</i> (2,2%)</li> <li>- incremento de <i>Cyperaceae</i> (2,2%), <i>Ranunculus acris-t</i> (máx. 19%) y <i>Equisetum</i></li> </ul>

			(ca. 13%) - grumos de polen de Apiaceae y Poaceae
A1	238	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores de PA/T de ca. 65%</li> <li>- predominio de <i>Corylus</i> (máx. 30%), <i>Quercus</i> caducifolio (ca. 10%), <i>Betula</i> (ca. 9%) y <i>Pinus</i> (ca. 6%)</li> <li>- pico de <i>Salix</i> (máx. 9%)</li> <li>- valores moderados de <i>Fraxinus</i>, <i>Ulmus</i> y <i>Tilia</i></li> <li>- presencia puntual de <i>Fagus</i>, <i>Abies</i> y <i>Alnus</i></li> <li>- macrocarbones (0,5 partículas/gr.)</li> <li>- grumos polínicos de <i>Betula</i> y <i>Corylus</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poaceae predomina dentro de las herbáceas con valores de ca. 15%</li> <li>- valores importantes de Apiaceae (4,2%), <i>Filipendula ulmaria</i>-t (ca. 5%)</li> <li>- presencia de taxones ruderales y nitrófilos tales como <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Rumex acetosa</i>-t, <i>Plantago lanceolata</i>-t y <i>Anthemis</i>-t</li> <li>- porcentajes notables de Cyperaceae (ca. 2,5%), <i>Ranunculus acris</i>-t (3%), Ranunculaceae (máx. 7%) y <i>Dryopteris filix-mas</i> (ca. 15%)</li> <li>- presencia de <i>Menyanthes trifoliata</i></li> <li>- grumos <i>Melampyrum</i></li> </ul>

**Tabla 5-** Descripción del diagrama polínico de L'Amourous.

#### 6.1.4 Resultados de MNP.

Los resultados de MNP se describen en la tabla 6, mientras que las curvas en porcentajes se muestran en la figura A.5:

ZPL	Prof. cm	MNP
A7b	12	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presencia de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i>, Sordariaceae, <i>Sporormiella</i>, <i>Glomus</i>, HdV-13 y HdV-123</li> <li>- aumento de <i>Assulina muscorum</i> (6,9%)</li> </ul>
A7a	39	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento y diversificación de MNP</li> <li>- aumento de ascosporas indiferenciadas (13%)</li> <li>- aumento de hongos coprófilos (6,8%): <i>Sordaria</i> (1,8%), <i>Sporormiella</i> (4%); presencia de Sordariaceae, <i>Apiosordaria verruculosa</i>, <i>Coniochaeta</i> cf. <i>ligniaria</i></li> <li>- presencia de <i>Chaetomium</i>, <i>Brachysporium</i>, <i>Tilletia sphagni</i>, HdV-13 y HdV-18</li> <li>- presencia de Turbellaria class. y Acari</li> <li>- aumento de HdV-123, <i>Endophragmiella</i> C y <i>Microthyrium</i></li> <li>- subida de algas (<i>Zygnema</i>) y tecamebas (<i>Assulina seminulum</i> y <i>Assulina muscorum</i>)</li> </ul>
Hiatus		

<b>A6</b>	<b>48,5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- casi ausencia de MNP</li> <li>- desaparición de restos algales y bajada de turbellarias</li> <li>- aumento de <i>Glomus</i> (1,2%) y HdV-18</li> <li>- presencia de <i>Conochilus natans</i>, <i>Macrobiotus ambiguus</i>, <i>Macrobiotus hufelandi</i> y Acari</li> </ul>
<b>A5</b>	<b>63</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- escasez de MNP</li> <li>- casi ausencia de hongos coprófilos con solo presencia de <i>Sordaria</i> y <i>Sporormiella</i></li> <li>- presencia de <i>Gelasinospora</i> y <i>Ustilina deusta</i></li> <li>- presencia de algas como <i>Botryococcus</i> y <i>Mougeotia</i> y restos faunísticos como <i>Neorhabdocoela</i> (Turbellaria class, <i>Microdalyelia armigera</i> y <i>Gyratrix hermaphroditus</i>)</li> <li>- aumento de <i>Tilletia sphagni</i></li> <li>- valores a la baja de espermatóforos de <i>Copepoda</i> (ca. 2,5%)</li> </ul>
<b>A4b</b>	<b>88</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de ascosporas indiferenciadas (máx. 7%)</li> <li>- descenso y menor diversidad de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (1,2%) y presencia de <i>Sporormiella</i>, <i>Podospora</i> y <i>Coniochaeta cf. ligniaria</i></li> <li>- presencia de <i>Chaetomium caricinum</i> (2,1%) y <i>Byssothecium circinans</i> (ca. 8%)</li> <li>- bajada de <i>Tilletia sphagni</i></li> <li>- subida de Turbellaria class y presencia de espermatóforos de <i>Copepoda</i> (3,2%)</li> <li>- dentro de las algas destaca <i>Botryococcus</i> (máx. 3,2%) y <i>Spirogyra</i></li> </ul>
<b>A4a</b>	<b>109</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de los valores de ascosporas indiferenciadas (máx. 21%)</li> <li>- valores a la baja de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (máx. 1,3%) y presencia de Sordariaceae, <i>Sporormiella</i>, <i>Podospora</i>, <i>Cercophora</i> y <i>Apiosordaria verruculosa</i></li> <li>- presencia de <i>Gelasinospora</i>, <i>Chaetomium</i>, <i>Puccinia</i>, <i>Brachysporium</i>, <i>Ustilina deusta</i>, <i>Glomus</i>, HdV-123 y <i>Arthrinium kamschaticum</i></li> <li>- aumento puntual de <i>Meliola</i> (ca. 1,8%) y hifas de <i>Meliola</i></li> <li>- incremento de <i>Tilletia sphagni</i> (4%) y espermatóforos de <i>Copepoda</i> (1,6%)</li> <li>- presencia de restos algales: <i>Spirogyra</i>, <i>Zygnema</i> y <i>Botryococcus</i></li> <li>- primeras evidencias de <i>Assulina seminulum</i>; presencia de otras tecamebas (<i>Assulina muscorum</i>, <i>Assulina</i> y <i>Arcella discoides</i>)</li> <li>- presencia de <i>Capillaria</i></li> </ul>
<b>A3b</b>	<b>145,5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- estabilidad de ascosporas indiferenciadas</li> <li>- bajada pero diversificación de los hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (ca. 1,5%), Sordariaceae, <i>Sporormiella</i>, <i>Podospora</i>, <i>Arnium</i>, <i>Arnium imitans</i>, <i>Cercophora</i>, <i>Apiosordaria verruculosa</i> y <i>Coniochaeta cf. ligniaria</i></li> <li>- presencia de <i>Callidina angusticulis</i>, <i>Gelasinospora</i>, <i>Neurospora</i>, <i>Puccinia</i>, <i>Brachysporium</i>, <i>Ustilina deusta</i> y <i>Trichochalium opacum</i></li> <li>- aumento de <i>Glomus</i> (1,6%), HdV-18 (máx. 27%) y HdV-731 (máx. 31%)</li> <li>- incremento de espermatóforos de <i>Copepoda</i> y <i>Neorhabdocoela</i> (Turbellaria class., <i>Gyratrix hermaphroditus</i> y <i>Microdalyelia</i>)</li> <li>- diversificación de la presencia de algas: <i>Spirogyra</i>, <i>Zygnema</i>, <i>Botryococcus</i>, <i>Pediastrum</i>, HdV-356 y <i>Mougeotia</i></li> <li>- presencia de <i>Anabaena</i> y <i>Gloeotrichia</i></li> </ul>
<b>A3a</b>	<b>165</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de ascosporas de hongos coprófilos: pico de <i>Sordaria</i> (máx. 44%); valores notables de <i>Coniochaeta cf. ligniaria</i> y presencia de Sordariaceae, <i>Sporormiella</i>, <i>Podospora</i> y <i>Cercophora</i></li> <li>- presencia de <i>Puccinia</i> y <i>Ustilina deusta</i></li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de <i>Byssothecium circinans</i> (máx. 17,5%) y HdV-18 (13,5%)</li> <li>- valores notables de espermatóforos de Copepoda</li> <li>- presencia de HdV-123, LCE-04, <i>Brachysporium</i>, <i>Microthryrium</i> y <i>Callidina angusticolis</i></li> <li>- presencia de tecamebas (<i>Arcella discoides</i>), rotíferos (<i>Conochilus natans</i>) Tardigrada (<i>Macrobiotus hufelandi</i>) y huevos de endoparásitos (<i>Capillaria</i>)</li> </ul>
A2c	186	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de los valores de ascoporas indiferenciadas (ca. 3%)</li> <li>- aumento de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (ca. 3%) y presencia de Sordariaceae, <i>Podospora</i>, <i>Cercophora</i> cf. <i>ligniaria</i></li> <li>- presencia de <i>Gelasinospora</i></li> <li>- aumento de <i>Puccinia</i> (ca. 5,5%) y <i>Glomus</i> (5%)</li> <li>- aumento de <i>Byssothecium circinans</i> (máx. 13) y HdV-731 (5,5%)</li> <li>- presencia de LCE-04, HdV-179 y Acari</li> <li>- presencia de <i>Capillaria</i></li> <li>- presencia de <i>Conichilus natans</i>, Turbellaria class., <i>Gyratrix</i> y <i>Microdalyelia</i></li> </ul>
A2b	206	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ligero ascenso de hongos coprófilos: Sordariaceae (2,1%), <i>Cercophora</i> (2,2%); presencia de <i>Sordaria</i>, <i>Podospora</i>, <i>Arniium imitans</i>, <i>Apiosordaria verruculosa</i>, <i>Coniochaeta</i> cf. <i>ligniaria</i></li> <li>- aumento de <i>Glomus</i> (3,8%), <i>Byssothecium circinans</i> (ca. 15%)</li> <li>- ligero aumento de espermatóforos de Copepoda (2,2%)</li> <li>- presencia de <i>Microthryrium</i>, <i>Callidina angusticolis</i> y LCE-04</li> <li>- presencia de algas (<i>Spirogyra</i>) y rotíferos (<i>Conochilus natans</i>)</li> <li>- presencia de Neorhabdocoela (Turbellaria class., <i>Gyratrix hermaphroditus</i> y <i>Microthryrium</i>)</li> </ul>
A2a	223	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mayor diversidad de MNP</li> <li>- aumento de ascoporas indiferenciadas (ca. 10%) y HdV-18 (ca. 10%)</li> <li>- incremento de espermatóforos de Copepoda (ca. 1%) y <i>Microdalyelia armigera</i></li> <li>- valores al alza de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (2,2%), Sordariaceae (1,5%); presencia de <i>Arniium</i>, <i>Arniium imitans</i>, <i>Cercophora</i> y <i>Coniochaeta</i> cf. <i>ligniaria</i></li> <li>- presencia de <i>Glomus</i>, <i>Clasterosporium caricinum</i>, LCE-04, rotíferos (<i>Conochilus natans</i>), Neorhabdocoela (Turbellaria class y <i>Gyratrix hermaphroditus</i>), Tardigrada (<i>Macrobiotus ambiguus</i> y <i>M. hufelandi</i>) y Acari</li> <li>- presencia de <i>Pediastrum</i></li> </ul>
A1	238	<ul style="list-style-type: none"> <li>- poca presencia y diversidad de MNP</li> <li>- ascoporas indiferenciadas (0,9%)</li> <li>- presencia de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (0,2%), <i>Sporormiella</i> y <i>Cercophora</i></li> <li>- presencia de hifas de <i>Meliola</i>, <i>Clasterosporium caricinum</i>, <i>Gasteromycetes</i>, <i>Byssothecium circinans</i>, HdV-18,</li> <li>- representación de <i>Gyratrix hermaphroditus</i> y <i>Microdalyelia armigera</i></li> </ul>

**Tabla 6-**Descripción de los resultados de MNP.



## 6.2 Countrasts (1400 m s.n.m.)

44° 27' 40" N

3° 36' 48" E

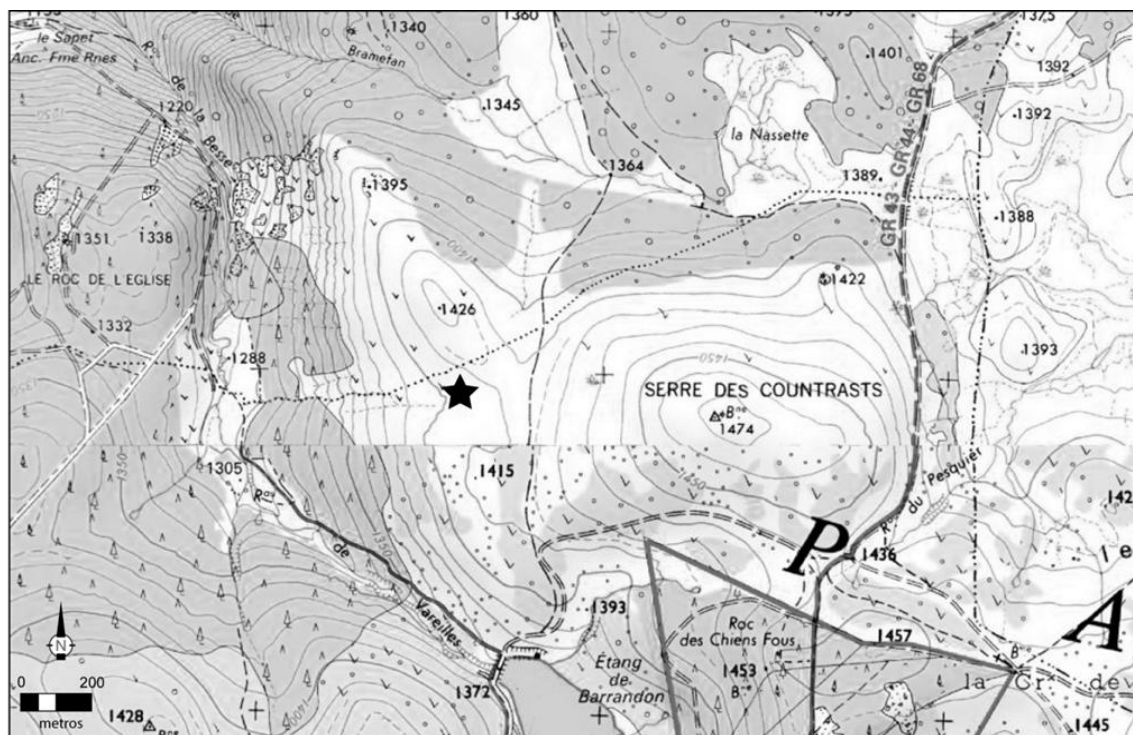


Fig. 25- Localización de la turbera de Countrasts. Base cartográfica: Geoportail ©.

### 6.2.1 Descripción del registro.

La turbera de Countrasts (código del PNC 110069) se localiza en el flanco oeste del Mont Lozère. Se trata de una turbera hoy ombrotrófica de origen fluviogénico que se emplaza en una suave pendiente de orientación al oeste (Fig. 25). Se evidencia una microtopografía particular en la que se alternan zonas de relieve y depresiones inundadas, a veces colonizadas por esfagnos. La turbera se caracteriza por un predominio de abombamientos y pastos higroturbosos, zonas dominadas de *Molinia caerulea*, prados con *Juncus squarrosus* y herbazales con *Nardus stricta* (F. Duguépéroux –PNC-, comunicación personal). La vegetación de la zona circundante de la turbera esta principalmente formada por *Pinus*

*sylvestris*, y que junto con *Pinus uncinata* están colonizando determinadas zonas de la turbera (Fig. 26). Hoy en día esta zona constituye un sector marginal alejado de la frecuentación humana y de la presencia de ganado.



**Fig. 26-** Vista de la turbera de Countrasts en la que se observa la colonización por pinos. Foto: P. Allée.

### **6.2.2 Secuencia sedimentaria.**

En septiembre de 2009 se realizó el sondeo en la turbera de Countrasts, obteniendo 114 cm de secuencia sedimentaria. La litología de ésta se describe de la siguiente manera:

L1 (0-15 cm): turba marrón fibrosa poco descompuesta

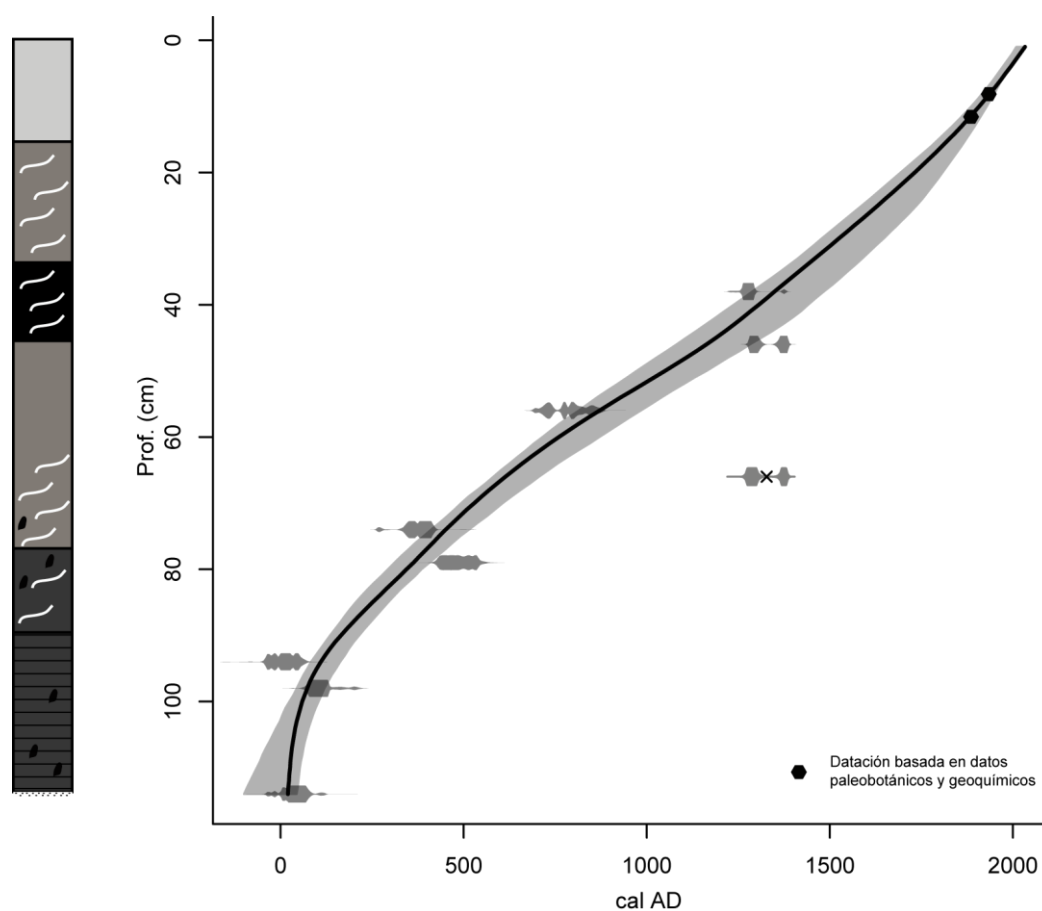
- L2 (15-34 cm): turba oscura fibrosa
- L3 (34-46 cm): turba negra evolucionada fibrosa
- L4 (46-62 cm): turba marrón evolucionada
- L 5 (62-77 cm): turba marrón evolucionada
- L6 (77-90 cm): turba oscura
- L7 (90-113 cm): turba oscura evolucionada
- L8 (113-114 cm): arena granítica

Se han realizado nueve dataciones radiocarbónicas sobre bulk, madera y macrorestos vegetales (Tabla 7). Los resultados ponen de manifiesto una sedimentación continua que cubre los últimos dos milenios, empezando la secuencia en torno al cambio de era. El modelo cronológico se ha realizado usando el método *spline* con un factor de suavización del 0.2 (Fig. 27). Se ha escogido este método porque permite tomar en consideración los márgenes de error del método radiocarbónico cuando se dispone de dataciones próximas en profundidad. Se ha excluido en la construcción del modelo la fecha UGAMS-8009 puesto que parece estar envejecida y constituye un *outlier* en el conjunto de dataciones realizadas. Otro argumento para su exclusión es que la primera deforestación marcada del hayedo se produce en época altomedieval en la secuencia vecina de Narses Mortes (Pulido, 2006), observándose también en las secuencias de Amourous y Laubies a partir de ca. 700-800 cal AD. Por lo tanto una fecha de s. XIII-XIV cal AD a 65-66 cm sería incoherente con la dinámica regional de la vegetación siendo ésta demasiado tardía. Por otra parte, la construcción del modelo en la parte superior de la secuencia se ha corregido en base a los datos geoquímicos, en concreto por las curvas de Zn y Pb (ver Capítulo 5).

Ref. laboratorio	Profundidad (cm)	Material datado	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a 2 $\sigma$ (cal BC/AD)
UGAMS-8008	37-38	bulk	720 $\pm$ 25	1257-1298 cal AD
UGAMS-6552	45-46	bulk	670 $\pm$ 25	1277-1315 cal AD
UGAMS-8859	55-56	macrorestos	1230 $\pm$ 20	765-876 cal AD
UGAMS-8009	65-66	bulk	690 $\pm$ 25	1269-1307 cal AD

UGAMS-8860	73-74	macrorestos	1670 ± 20	333-423 cal AD
UGAMS-6551	77,5-79	madera	1570 ± 25	424-547 cal AD
UGAMS-8010	93-94	bulk	1990 ± 25	43-63 cal AD
UGAMS-8861	97-98	macrorestos	1890 ± 20	63-141 cal AD
UGAMS-6550	112-114	madera	1960 ± 25	3 cal BC-85 cal AD

**Tabla 7-** Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Countrasts. En negrita se muestra la fecha que ha sido excluida en la construcción del modelo cronológico.



**Fig. 27-** Modelo cronológico de la secuencia de Countrasts.

### 6.2.3 Resultado polínicos.

Los resultados polínicos de la secuencia de Countrasts permiten establecer cinco zonas y cinco subzonas. La descripción de los resultados se muestra en la tabla 8 y los diagramas porcentuales y de concentración polínica en las Fig. A.6, A.7, A.8 y A.9.

ZPL	Prof. (cm)	Polen arbóreo y macrocarbones	Polen no arbóreo
C-5	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de PA/T (ca. 15-50%), principalmente debido a la expansión de <i>Pinus</i> (7-33%)</li> <li>- valores notables de <i>Quercus</i> caducifolio (ca. 6%) y <i>Castanea</i> (7%)</li> <li>- presencia de <i>Fagus</i>, <i>Betula</i>, <i>Abies</i>, <i>Corylus</i> y <i>Olea</i></li> <li>- agregados polínicos de <i>Pinus</i></li> <li>- desaparición de macrocarbones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- subida de Poaceae (ca. 50-30%) bajando en porcentajes y AR en la segunda mitad de la zona</li> <li>- caída marcada de los valores de <i>Calluna</i> (4-15%)</li> <li>- bajada de los valores porcentuales de Cerealia-t (máx. 2,6%) y desaparición de <i>Secale</i> en la segunda mitad de la zona</li> <li>- taxones nitrófilos y ruderales como <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Rumex acetosa</i>-t, <i>Plantago lanceolata</i>-t, <i>Galium</i> o <i>Artemisia</i> decrecen en la mitad superior de la zona</li> <li>- grumos polínicos de Poaceae, Cyperaceae y <i>Potentilla erecta</i>-t</li> </ul>
C-4	26	<ul style="list-style-type: none"> <li>- retracción general de los valores de PA/T (ca. 20%), con la excepción de <i>Quercus</i> caducifolio (ca. 6%)</li> <li>- <i>Fagus</i> muestra una bajada importante, quedando a nivel testimonial</li> <li>- expansión de los valores de <i>Castanea</i> y <i>Juglans</i></li> <li>- incremento <i>Olea</i></li> <li>- se documenta la mayor concentración de macrocarbones de la secuencia (305 partículas/gr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- retracción de los valores porcentuales y de AR de Poaceae (ca. 12%)</li> <li>- bajada de Cerealia-t de 4% a 0,7%</li> <li>- ligera bajada y rarefacción de los apófitos: <i>Rumex acetosa</i>-t, <i>Plantago lanceolata</i>-t, Chenopodiaceae y <i>Artemisia</i>; presencia de <i>Bellis</i>-t y <i>Plantago</i></li> <li>- otros taxones heliófilos como Asteroideae, Cichorioideae o Scrophulariaceae también retroceden</li> <li>- casi desaparición de Apiaceae (ca. 0,5%)</li> <li>- descenso de Cyperaceae; presencia de <i>Sphagnum</i></li> <li>- grumos polínicos de <i>Calluna</i> y Poaceae</li> </ul>
C-3	41	<ul style="list-style-type: none"> <li>- patrón fluctuante de PA/T (ca. 23-35%) debido a las oscilaciones de <i>Fagus</i> (1-20%) y <i>Betula</i> (1-20%)</li> <li>- <i>Fagus</i> presenta una bajada moderada (ca. 15-10%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión de Poaceae (ca. 40%)</li> <li>- subida marcada de los porcentajes de <i>Calluna</i> (3-30%)</li> <li>- aumento de los valores de Cerealia-t (máx.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- desaparición de <i>Salix</i> y <i>Abies</i></li> <li>- árboles heliófilos como <i>Corylus</i> y <i>Betula</i> se expanden a principio de zona; <i>Juniperus</i> crece en la segunda mitad de la zona</li> <li>- incremento de los valores de <i>Castanea</i>, <i>Juglans</i> y <i>Olea</i></li> <li>- incremento de los valores de macrocarbones (147 partículas/gr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4,2%); presencia de <i>Secale</i>, y <i>Cannabis</i>-t</li> <li>- presencia de adventicias como <i>Sinapis</i>-t y <i>Scleranthus</i>-t; <i>Centaurea cyanus</i> se registra por primera vez</li> <li>- los taxones ruderales y nitrófilos muestran una tendencia al alza, como <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Rumex acetosa</i>-t y <i>Plantago lanceolata</i>-t; presencia de <i>Plantago major/media</i>-t, <i>Plantago</i>, <i>Polygonum aviculare</i>-t, <i>Bellis</i>-t, <i>Urtica</i>-t, <i>Galium</i> y <i>Artemisia</i></li> <li>- disminución gradual de <i>Potentilla erecta</i>-t (10-2,2%) y <i>Apiaceae</i> (5-0,6%)</li> <li>- aumento de <i>Melampyrum</i> (máx. 4,2%)</li> <li>- regresión de los valores de <i>Cyperaceae</i>, expansión de <i>Sphagnum</i> y presencia de <i>Potamogeton</i></li> <li>- grumos de polen de <i>Calluna</i>, <i>Poaceae</i>, <i>Cyperaceae</i> y <i>Melampyrum</i></li> </ul>
C-2c	54	<ul style="list-style-type: none"> <li>- predominio de <i>Fagus</i>, que muestra una ligera tendencia al alza en sus valores hasta ca. 15%, como también lo muestran los valores de CP y AR</li> <li>- las frecuencias de <i>Quercus caducifolio</i> (máx. 8,6) y <i>Abies</i> (6,5%) también suben ligeramente</li> <li>- expansión de taxones heliófilos: <i>Betula</i> (5,85%), <i>Corylus</i> (3,2%) y <i>Pinus</i> (8,36%)</li> <li>- incremento significativo de los porcentajes de <i>Salix</i> (máx. 97%; excluido de la suma base)</li> <li>- grumos polínicos de <i>Salix</i></li> <li>- casi ausencia de macrocarbones (máx. 10 partículas/gr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- retroceso de los valores de <i>Poaceae</i> (ca. 35-25%) y <i>Calluna</i> (8-4,5%)</li> <li>- contracción de las frecuencias de taxones sinantrópicos (v.gr., <i>Cerealía</i>-t, <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Rumex acetosa</i>-t, <i>Plantago lanceolata</i>-t)</li> <li>- expansión notable de <i>Apiaceae</i> (ca. 20%)</li> <li>- decrecimiento de <i>Cyperaceae</i></li> <li>- desaparición de ciertos taxones acuáticos: <i>Potamogeton</i> e <i>Isoetes</i></li> <li>- grumos de <i>Cyperaceae</i>, <i>Poaceae</i>, <i>Potentilla erecta</i>-t y <i>Apiaceae</i></li> </ul>
C-2b	67	<ul style="list-style-type: none"> <li>- retroceso de los valores porcentuales y concentración polínica de <i>Fagus</i> des del 23% hasta el 7,5%, aunque se mantiene como principal taxón arbóreo</li> <li>- los valores de CP y AR de los taxones arbóreos son los más bajos de la secuencia</li> <li>- los valores de <i>Betula</i> (6-2%) también bajan</li> <li>- bajada de <i>Quercus caducifolio</i> (ca. 8,5-4%)</li> <li>- aumento de <i>Salix</i> (máx. 16%)</li> <li>- abundancia de macrocarbones (26 partículas/gr) a 57 cm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de <i>Poaceae</i> (máx. 40%)</li> <li>- subida de los valores de <i>Calluna</i> (ca. 9%)</li> <li>- aumento de <i>Cerealía</i>-t (3,8%)</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- incremento de los valores de apófitos tales como <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Rumex acetosa</i>-t y mantenimiento de frecuencias notables de <i>Plantago lanceolata</i>-t; presencia de <i>Polygonum aviculare</i>-t, <i>Chenopodiaceae</i>, <i>Urtica</i>-t y <i>Artemisia</i>. Primera aparición de <i>Bellis</i>-t</li> <li>- expansión de <i>Cyperaceae</i> (máx. 80%), <i>Potentilla erecta</i>-t (ca. 10%) y <i>Sphagnum</i> (4,5%)</li> <li>- ligero retroceso de <i>Apiaceae</i>, aun con</li> </ul>

			valores notables - grumos polínicos de Cyperaceae
<b>C-2a</b>	<b>75</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- caída de los valores de <i>Betula</i> de ca. 30 a 8%, confirmado por la bajada de la CP y los valores de AR</li> <li>- <i>Fagus</i> presenta un patrón oscilante con valores medios de ca. 25% que caen puntualmente a 72 cm hasta el 12%, también observado en AR y CP</li> <li>- los valores de <i>Abies</i> y <i>Corylus</i> caen ligeramente</li> <li>- incremento de los valores de <i>Olea</i></li> <li>- presencia de <i>Castanea</i></li> <li>- presencia testimonial de macrocarbones (&lt; 5 partículas/gr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión de los valores de Poaceae (ca. 20-32%) y en menor medida <i>Calluna</i> (ca. 5%)</li> <li>- expansión de los valores de Cerealía-t (4%) y primeras manifestaciones de <i>Secale</i></li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- aumento de los apófitos: <i>Rumex acetosa</i>-t (3,7%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (1,8%) y <i>Artemisia</i> (1,9%); presencia de <i>Rumex acetosella</i>-t, Chenopodiaceae, <i>Galium</i>, <i>Rumex</i>, y <i>Urtica</i>-t</li> <li>- incremento de Ranunculaceae, Apiaceae o <i>Potentilla erecta</i>-t</li> <li>- buena representación de otros taxones heliófilos como Scrophulariaceae, Asteroideae y Cichorioideae</li> <li>- aumento de Cyperaceae</li> <li>- descenso de <i>Potamogeton</i> y <i>Sphagnum</i></li> <li>- grumos de <i>Artemisia</i></li> </ul>
<b>C-1b</b>	<b>85</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tendencia a la baja de PA/T (ca. 78-64%), confirmado por los valores de AR y CP</li> <li>- valores notables de <i>Betula</i> (36-22%) y <i>Fagus</i> (20-13%) con tendencia progresiva a la baja en sus valores porcentuales. Los valores de CP de <i>Betula</i> se mantienen mientras que los de <i>Fagus</i> caen progresivamente</li> <li>- descenso de los valores de <i>Quercus caducifolio</i></li> <li>- incremento de los valores de <i>Corylus</i> (máx. 5%), <i>Abies</i> (12%) y <i>Pinus</i> (6%)</li> <li>- presencia de <i>Alnus</i></li> <li>- presencia de <i>Juglans</i> y <i>Olea</i></li> <li>- agregados polínicos de <i>Betula</i></li> <li>- presencia puntual de macrocarbones (2 partículas/gr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión de Poaceae (10-20%)</li> <li>- aumento de Cerealía-t</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- incremento de <i>Rumex acetosa</i>-t; presencia de <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Plantago</i>, Chenopodiaceae, <i>Artemisia</i>, <i>Galium</i> y <i>Urtica</i>-t</li> <li>- descenso de <i>Plantago lanceolata</i>-t</li> <li>- bajada de los valores de Cyperaceae y <i>Sphagnum</i></li> </ul>
<b>C-1a</b>	<b>115</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- esta subzona presenta los valores más elevados de de PA/T de toda la secuencia (ca. 80%)</li> <li>- polen arbóreo dominado por <i>Betula</i> (44%), <i>Fagus</i> (24%), <i>Quercus caducifolio</i> (10%) y <i>Abies</i> (máx. 9%)</li> <li>- valores moderados de <i>Corylus</i>, <i>Alnus</i> y <i>Pinus</i></li> <li>- presencia de <i>Castanea</i> y <i>Juglans</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- predominio de Poaceae (5-17%)</li> <li>- valores bajos de <i>Calluna</i> (ca. 0,5%)</li> <li>- presencia de Cerealía-t (máx. 0,8%); presencia de <i>Cannabis</i>-t</li> <li>- frecuencias modestas de apófitos tales como <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Rumex acetosa</i>-t, <i>Plantago lanceolata</i>-t, <i>Plantago major/media</i>-t, <i>Bellis</i>-t, <i>Galium</i>-, <i>Artemisia</i>, Chenopodiaceae y <i>Urtica</i>-t</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- presencia de <i>Olea</i> y <i>Salix</i></li> <li>- grumos polínicos de <i>Fagus</i>, <i>Betula</i>, <i>Abies</i>, <i>Alnus</i> y <i>Salix</i></li> <li>- presencia puntual de macrocarbones al principio y al final de la subzona (&lt; 5 partículas/gr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores notables de Cyperaceae (ca. 8%) y <i>Sphagnum</i> (ca. 2%) junto a algunos taxones higrófitos (<i>Potamogeton</i>, <i>Typha</i> y <i>Isoetes</i>) que aparecen de manera puntual</li> <li>- grumos polínicos de Poaceae, <i>Potentilla erecta</i>-t, <i>Galium</i> y Dipsacaceae</li> </ul>
--	--	--	--

**Tabla 8-** Descripción del diagrama polínico de Countrasts.

#### 6.2.4 Resultados de MNP.

Los resultados de MNP se describen en la tabla 9 y las curvas porcentuales se muestran en la figura A.10.

ZPL	Prof. (cm)	MNP
C-5	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- diversificación del cortejo de MNP</li> <li>- expansión de ascosporas indiferenciadas (máx. 25%)</li> <li>- <i>Sordaria</i> y <i>Sporormiella</i> (ambos ca. 2%) muestran valores significativos en la primera parte de la zona; presencia de <i>Podospora</i> y <i>Apiosordaria verruculosa</i></li> <li>- incremento de <i>Glomus</i> (2%), mientras que HdV-123 sube la segunda mitad de la zona</li> <li>- aumento de <i>Brachysporium</i> (14%) y <i>Microthyrium</i></li> <li>- dentro de las algas, <i>Zygnema</i> (6%) incrementa sus valores y <i>Mougeotia</i> aparece con valores traza</li> <li>- expansión de <i>Assulina seminulum</i></li> <li>- presencia de restos faunísticos como <i>Conochilus natans</i>, <i>Turbellaria</i> class, <i>Micodalyellia armigera</i> y <i>Macrobiotus hufelandi</i></li> </ul>
C-4	26	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la diversidad del cortejo MNP es la menor de toda la secuencia</li> <li>- disminución de hongos coprófilos, registrándose solo la presencia de <i>Sordaria</i> (0,3%)</li> <li>- presencia de <i>Byssothecium circinans</i> y HdV-18</li> <li>- presencia de <i>Conochilus natans</i>, <i>Neorhabdocoela</i>, espermatóforos de <i>Copepoda</i> y <i>Acari</i></li> </ul>
C-3	41	<ul style="list-style-type: none"> <li>- disminución de la riqueza del espectro de MNP</li> <li>- solo se encuentran cuatro tipos de hongos coprófilos presentando valores bajos: <i>Sordaria</i> (2%), <i>Sporormiella</i> (0,2%) y presencia de ascosporas de <i>Sordariaceae</i> indiferenciadas y <i>Podospora</i></li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión de los valores de clamidosporas de <i>Glomus</i> (1%)</li> <li>- pico de <i>Tilletia sphagni</i> (8,7%)</li> <li>- valores notables de espermatóforos de <i>Copepoda</i> y <i>Byssothecium circinans</i></li> <li>- decrecimiento de protozoos y restos de fauna</li> <li>- dentro del grupo de algas, solo se documenta la presencia de zigosporas de <i>Mougeotia</i> (HdV-135)</li> </ul>
C-2c	54	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de los valores de coprófilos con un aumento de <i>Sporormiella</i> (9%) al principio de la subzona</li> <li>- crecimiento de la frecuencias de <i>Byssothecium circinans</i> (4%)</li> <li>- presencia puntual de <i>Valsaria variospora</i></li> <li>- los restos algales y protozoos son escasos mientras que otros restos faunísticos siguen siendo abundantes (v.gr., <i>Conochilus natans</i>, oocitos de <i>Neorhabdocoela</i> y <i>Micodalyellia armígera</i>)</li> <li>- presencia de <i>Anabaena</i></li> <li>- presencia de <i>Trichuris</i></li> </ul>
C-2b	67	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de los valores de ascosporas indiferenciadas (38-10%)</li> <li>- reducción de las frecuencias y la diversidad de esporas de hongo coprófilo: v.gr. <i>Sordaria</i> (1,5%) y <i>Sporormiella</i> (1,3%)</li> <li>- regresión de HdV-18 (35-1%) y HdV-123 (29-0,2%)</li> <li>- expansión de <i>Clasterosporium caricinum</i> (máx. 49%)</li> <li>- presencia a nivel de traza de <i>Glomus</i> y <i>Meliola</i></li> <li>- mayor diversidad y representación de la tecamebas: v.gr., <i>Assulina muscorum</i>, <i>Assulina seminulum</i>, <i>Amphitrema flavum</i> (9%) y <i>Arcella</i></li> <li>- presencia de <i>Anabaena</i></li> <li>- aumento de Acari (2,6%)</li> <li>- presencia de huevos del helmineto <i>Trichuris</i></li> </ul>
C-2a	75	<ul style="list-style-type: none"> <li>- diversificación del espectro de MNP</li> <li>- incremento significativo de hongos coprófilos, sobretudo <i>Sordaria</i> (ca. 10%), <i>Sporormiella</i> (máx. 32%), <i>Podospora</i> (3,5%) y <i>Apiosordaria verruculosa</i> (máx. c. 13%)</li> <li>- expansión de HdV-18 (6-25%)</li> <li>- presencia de <i>Geoglossum sphagnophilum</i>, HdV-123, <i>Meliola</i>, <i>Tilletia sphagni</i>, <i>Brachysporium</i> y <i>Byssothecium circinans</i></li> <li>- incremento de los valores de <i>Amphitrema flavum</i> (9%), espermatóforos de <i>Copepoda</i> (5,5%), <i>Turbellaria class</i> (1,5%) y de Tardigrada (<i>Macrobiotus ambiguus</i> y <i>M. hufelandi</i>)</li> </ul>
C-1b	85	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tendencia al alza de ascosporas indiferenciadas (ca. 8%)</li> <li>- incremento de los porcentajes de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (3,5%), <i>Sporormiella</i> (0,6%) y <i>Cercophora</i> (c. 2,5%)</li> <li>- expansión de <i>Clasterosporium caricinum</i> (c. 3,5%)</li> <li>- aumento de los porcentajes de HdV-123</li> <li>- presencia de espermatóforos de <i>Copepoda</i></li> </ul>

C-1a	115	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Valores notables de ascosporas indiferenciadas (0,5-7%)</li> <li>- Presencia de <i>Sordaria</i> (c. 1,5%) y presencia puntuales de esporas de hongo coprófilos tales como <i>Sordariaceae</i>, <i>Sporomiella</i>, <i>Podospora</i>, <i>Arnium</i>, <i>Arnium imitans</i> y <i>Apiosordaria verruculosa</i></li> <li>- presencia de <i>Byssothecium circinans</i>, <i>Clasterosporium caricinum</i>, HdV-18 y <i>Endophramiella C</i></li> <li>- presencia de Neorhabdocoela (Turbellaria class. indiferenciada, <i>Gyratrix hermaphrodites</i> y <i>Micodalyellia armigera</i>), el rotífero <i>Conochilus natans</i>, espermatóforos de Copepoda</li> <li>- presencia de algas <i>Spirogyra</i>, <i>Mougeoutia</i></li> </ul>
------	-----	--

**Tabla 9-**Descripción del diagrama de MNP de Countrasts.

### 6.3 Font Bernard (1350 m s.n.m.)

44° 24' 53" N

3° 40' 13" E

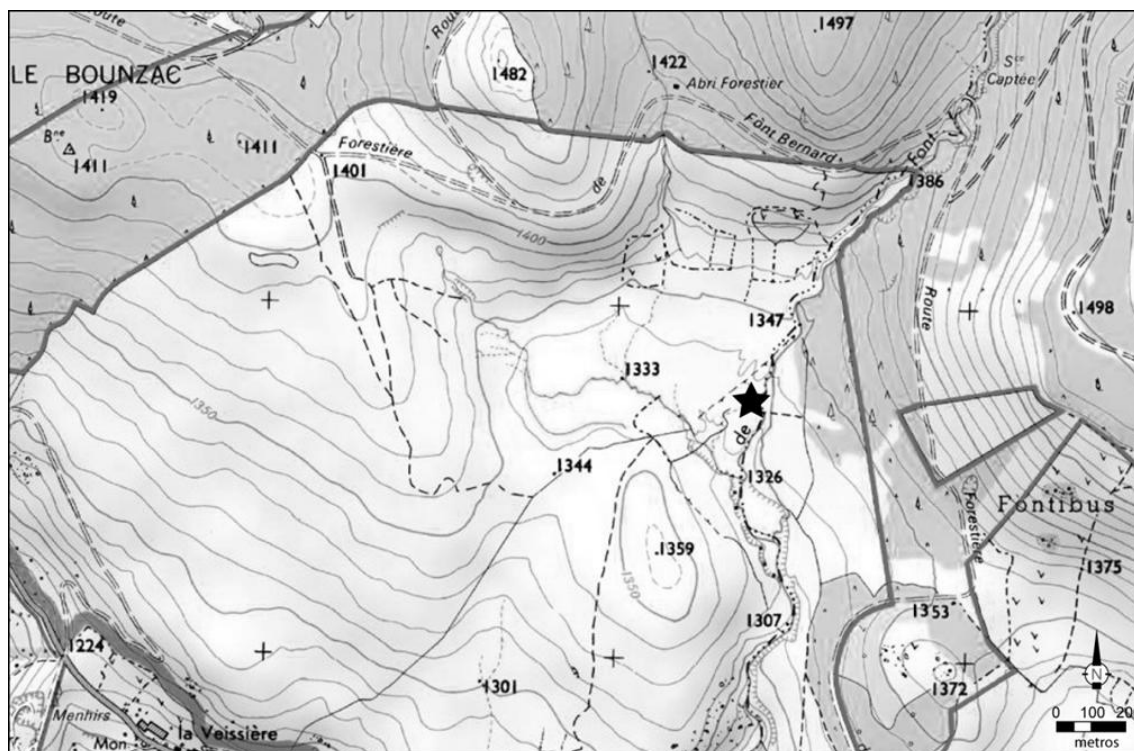


Fig. 28- Localización del punto de sondeo en el alveolo de Font Bernard. Base cartográfica: Geoportail ©.

#### 6.3.1 Descripción del registro.

La turbera de Font Bernard (código del PNC 110266) se trata de una turbera alta activa localizada en un alveolo que implica una cubeta de fondo hidromorfo (Fig. 28). La zona húmeda se extiende hacia los laterales adaptándose a la inclinación de la pendiente. Se alimenta hidrográficamente por las aguas procedentes del riachuelo de Font Bernard y por dos otros de menor entidad que drenan de Norte a Sur. El reborde sur del alveolo está cerrado por grandes bloques graníticos que le confieren el aspecto de un gran muro ciclópeo.

Estos caos se disponen transversalmente al valle y en ocasiones forman lenguas o lóbulos en el sentido de la pendiente (Mauduy, 1975). Este tipo de contexto geomorfológico, esencialmente plano y rico en agua superficial, ha favorecido la acumulación de la turba en este sector.

La turbera ocupa en la actualidad cerca de 38 ha, siendo la de mayor superficie de los registros estudiados. La microtopografía de la zona húmeda presenta una alternancia entre zonas cóncavas inundadas y montículos ombrofizados alejados del freático, a veces cortados por canales de agua. En concreto se observa un predominio de pastos higroturbosos de *Carex nigra*, *Eriophorum angustifolium*, abombamientos, prado con *Juncus squarrosus* y herbazales con *Nardus stricta*. Hoy en día sigue dinámicas de pastoreo local bovino y *écobuage* parcial (F. Duguéperoux –PNC-, comunicación personal). La parte norte de la vertiente de Font Bernard ha sido objeto de reforestaciones con pino silvestre y cabe decir que la zona este de la turbera está siendo colonizada por algunos pinos. El sector de Font Bernard presenta evidencias de acondicionamientos antiguos en relación a actividades agropastorales como son cercados o parcelaciones (Fig. 29).



**Fig. 29-** Vista de la turbera de Font Bernard y de las estructuras pastorales. Fotos: G. Servera Vives.

### 6.3.2 Secuencia sedimentaria.

El sondeo se realizó durante la campaña de septiembre de 2010, extrayéndose 176 cm de turba. La litología de la secuencia se define de la siguiente manera:

L1 (0-102 cm): turba oscura fibrosa muy hidromorfa con algunas pasadas de arena

L2 (102-131 cm): turba oscura fibrosa con presencia de pequeñas piedras y un nivel de arenas

L3 (131-139 cm): turba oscura evolucionada con una pasada de turba negra

L4 (139-150 cm): turba oscura evolucionada con arena y micas

L5 (150-166 cm): turba oscura evolucionada

L6 (166-176 cm): turba negra evolucionada

Se han hecho tres dataciones sobre *bulk* y madera, que ponen de manifiesto una sedimentación continua que parece iniciarse en torno a ca. 1150-1225 cal AD (tabla 10). Se ha construido el modelo cronológico usando el método *spline* con un suavizado del 0.2, añadiendo la fecha de 1850-1900 AD a 35 cm para ajustar mejor la dinámica regional de *Pinus* basada y *Picea* (Fig. 30) basada en el modelo de alta resolución de Les Laubies y la documentación disponible de las políticas de reforestación (Allée & Paradis-Grenouillet, 2011; Carbonne, 1997; PNC, 2007a).

Ref. laboratorio	Profundidad (cm)	Material datado	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a 2 $\sigma$ (cal BC/AD)
UGAMS-8011	64.5-67	bulk	300 $\pm$ 25	1511-1601 cal AD
Lyon-9833	136,5-137	madera	825 $\pm$ 30	1164-1264 cal AD
UGAMS-8012	172-173	madera	870 $\pm$ 25	1149-1224 cal AD

**Tabla 10-** Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Font Bernard.

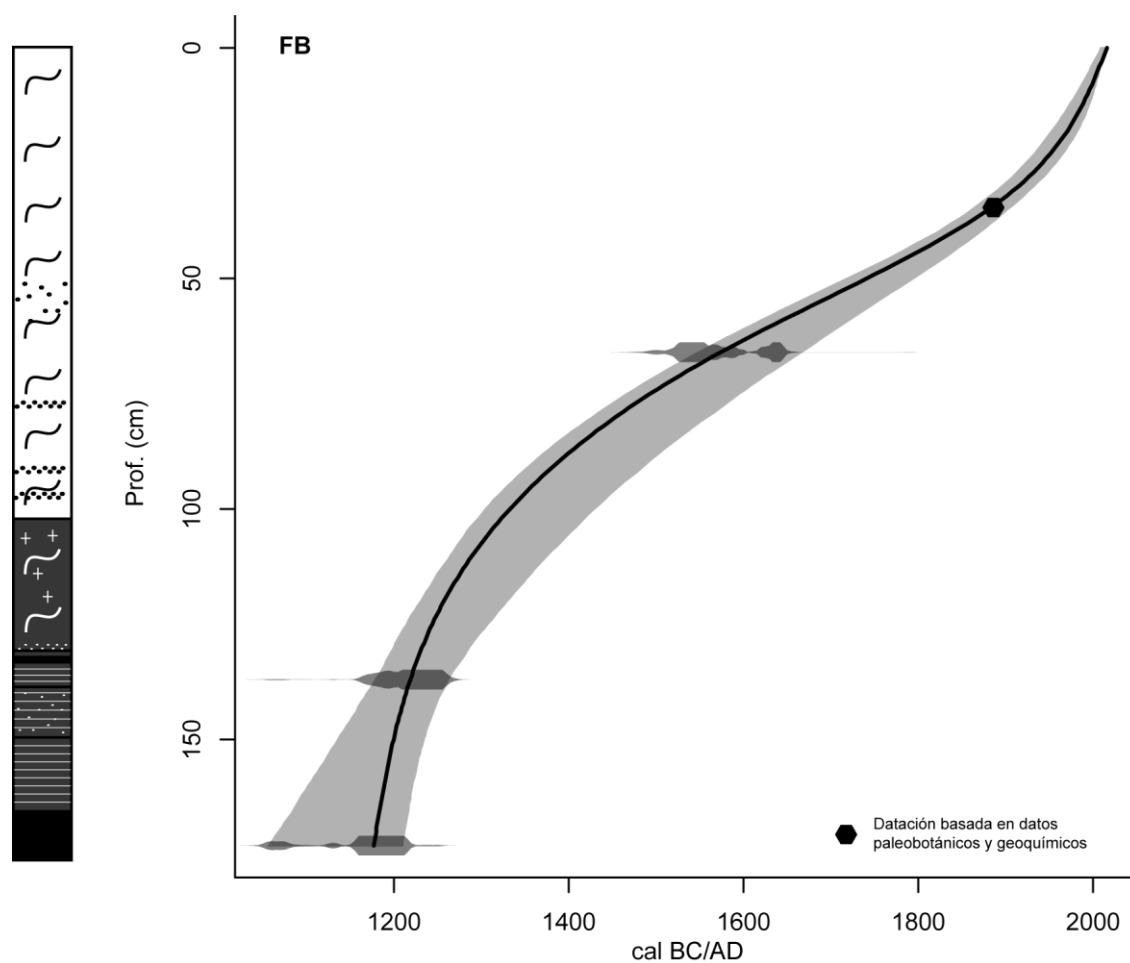


Fig. 30- Modelo cronológico y litología de la secuencia de Font Bernard.

### 6.3.3 Resultado polínicos.

En base a los resultados polínicos se han establecido cuatro zonas y tres subzonas. La descripción de estos se realiza en la tabla 11 mientras que el diagrama porcentual, de concentración polínica y de *pollen influx* se muestra en las figuras A.11, A.12 y A.13.

ZPL	Prof. cm	Polen arbóreo y macrocarbones	Polen no arbóreo
F-4	20	- subida de PA/T (38-60%) debido al alza de los valores de <i>Pinus</i> (máx. 44%), <i>Quercus</i>	- bajada de Poaceae (42-20%) - subida de <i>Calluna</i> (7,7%)

		<p>caducifolio (ca. 7%) y <i>Castanea</i> (ca. 7,5%). Los valores de AR siguen el mismo patrón</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de los valores de <i>Betula</i>, <i>Corylus</i> y <i>Fagus</i></li> <li>- ligero ascenso de <i>Abies</i> y <i>Fraxinus</i></li> <li>- ausencia de macrocarbones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- retroceso de los niveles de Cerealia-t a nivel de presencia (&lt;1%)</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- bajada de los porcentajes de apófitos sobretodo <i>Rumex acetosa</i>-t (0,8%) y Cichorioideae (0,2%). Presencia de <i>Plantago lanceolata</i>-t y <i>Plantago major/media</i>-t</li> <li>- aumento de <i>Lotus</i>-t, <i>Galium</i> y <i>Sanguisorba officinalis</i></li> <li>- subida de Cyperaceae (ca. 10%); presencia de <i>Montia</i></li> <li>- grumos polínicos de <i>Lotus</i>-t</li> </ul>
<b>F-3</b>	<b>40</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de PA/T (43-38%) por el decrecimiento de <i>Betula</i> (6,8%), <i>Quercus caducifolio</i> (3,8%) y <i>Abies</i>, confirmado en AR y CP</li> <li>- valores porcentuales, de AR y CP a la baja de <i>Fagus</i> (ca. 10%)</li> <li>- valores el alza de <i>Pinus</i> (ca. 17%) y <i>Corylus</i> (ca. 1,8%)</li> <li>- ascenso porcentual de <i>Salix</i>-t y <i>Fraxinus</i></li> <li>- primeras evidencias de <i>Picea</i></li> <li>- macrocarbones: máx. 13 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión de Poaceae (ca. 42%)</li> <li>- recuperación de los valores de Cerealia-t (1,1%) y <i>Secale</i> (0,4%)</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- bajada de apófitos: <i>Rumex acetosa</i> (0,5%) y <i>Plantago lanceolata</i>-t (0,5%); presencia de <i>Rumex acetosella</i>, <i>Rumex</i>, <i>Galium</i> y <i>Artemisia</i></li> <li>- crecimiento de <i>Potentilla erecta</i>-t (ca. 5%) y <i>Lotus</i>-t (0,5%)</li> <li>- bajada de <i>Dryopteris filix-mas</i></li> <li>- presencia de <i>Isoetes</i></li> </ul>
<b>F-2c</b>	<b>100</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- recuperación de PA/T (máx. 43%) debido a la expansión de <i>Betula</i> (máx. 17%), <i>Pinus</i> (6,7%) y <i>Corylus</i> (1,5%). Los valores de CP suben y AR retroceden ligeramente</li> <li>- valores relativamente estables de <i>Fagus</i> (ca. 10%)</li> <li>- aumento de <i>Alnus</i></li> <li>- incremento de los valores de <i>Castanea</i> y <i>Olea</i></li> <li>- subida de <i>Abies</i> en la segunda mitad de la zona</li> <li>- macrocarbones: máx. 21 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de los valores de Poaceae (42-33%)</li> <li>- bajada de <i>Calluna</i> (ca. 2,5%)</li> <li>- valores a la baja de Cerealia-t (1,3%) y <i>Secale</i> (0,6%)</li> <li>- subida de <i>Sinapis</i>-t y presencia de <i>Scleranthus</i>-t y</li> <li>- porcentajes notables de taxones nitrófilos y ruderales: <i>Rumex acetosa</i>-t (2,8%), <i>Rumex</i> (ca. 1%) <i>Rumex acetosella</i>-t (1,5%), <i>Plantago lanceolata</i>-t y Chenopodiaceae; presencia de <i>Bellis</i>-t, <i>Galium</i> y <i>Artemisia</i></li> <li>- subida de Brassicaceae y <i>Anthemis</i>-t; valores notables de Cichorioideae; presencia de <i>Astragalus</i>-t, <i>Lotus</i>-t, <i>Cirsium</i>-t, <i>Cerastium</i>-t y <i>Silene</i>-t</li> <li>- aumento de <i>Potentilla erecta</i>-t (ca. 3,5%), <i>Ranunculus acris</i>-t (4,5%), Apiaceae (3,2%) y Scrophulariaceae (ca. 1,5%)</li> <li>- bajada de <i>Dryopteris filix-mas</i></li> <li>- incremento de <i>Sphagnum</i> (3,3%); presencia de <i>Montia</i> y <i>Equisetum</i></li> <li>- Cyperaceae baja en la primera mitad de la zona y sube en la segunda</li> </ul>
<b>F-2b</b>	<b>120</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ligera bajada de los porcentajes y AR del PA/T (32%) en la primera mitad de la zona</li> <li>- marcado descenso de <i>Fagus</i> (13-5,8%) en la primera mitad de la zona, observado también en AR y CP</li> <li>- subida de <i>Quercus caducifolio</i> (ca. 10%)</li> <li>- aumento de <i>Castanea</i></li> <li>- valores notables de <i>Betula</i> (ca. 6%) y <i>Pinus</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de los porcentajes de Poaceae (máx. 44%)</li> <li>- descenso de <i>Calluna</i> (3,5%)</li> <li>- subida de Cerealia-t (2,8%) y <i>Secale</i> (1,2%)</li> <li>- incremento de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- expansión de <i>Rumex acetosa</i>-t (6%) y <i>Rumex</i> (4,5%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (ca. 1%); presencia de <i>Urtica</i>-t, <i>Bellis</i>-t</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>(ca. 5%)</li> <li>- presencia de <i>Alnus</i>, <i>Juglans</i>, <i>Abies</i> y <i>Quercus ilex</i></li> <li>- macrocarbones: 20 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores al alza de <i>Potentilla erecta</i>-t y <i>Apiaceae</i></li> <li>- descenso de valores de <i>Ranunculus acris</i>-t</li> <li>- subida de <i>Cyperaceae</i> (máx. 7,3%); presencia puntual <i>Montia</i></li> </ul>
<b>F-2a</b>	<b>160</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de PA/T (50-33%) debido a la bajada porcentual de <i>Fagus</i> (27-13%), <i>Quercus caducifolia</i> (10-4%) y <i>Salix</i> (4-1%), confirmado por los valores de AR</li> <li>- subida de los valores de taxones pioneros o heliófilos como <i>Corylus</i> (2%), <i>Betula</i> (7,5%) y <i>Pinus</i> (5,4%). Los valores de AR y CP son a la baja</li> <li>- aumento de los valores de <i>Alnus</i> (1%)</li> <li>- subida de <i>Abies</i> (1%)</li> <li>- bajada de <i>Castanea</i></li> <li>- primeras evidencias de <i>Juglans</i></li> <li>- macrocarbones: máx. 18 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores al alza de <i>Poaceae</i> (ca. 40%)</li> <li>- aumento de <i>Calluna</i> (7%)</li> <li>- ligera tendencia a la baja de <i>Cereal</i>-t (1,2-0,6%); presencia de <i>Secale</i> (1,1%) y de <i>Cannabis</i>-t</li> <li>- presencia de <i>Papaver roheas</i>-t, <i>Centaurea cyanus</i>-t y <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- aumento de los apófitos: <i>Rumex acetosella</i>-t (2,5%), <i>Rumex acetosa</i>-t (2,5%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (ca. 1%) , <i>Rumex</i> y <i>Artemisia</i></li> <li>- retroceso de los porcentajes de <i>Potentilla erecta</i>-t (ca. 2%)</li> <li>- aumento de <i>Apiaceae</i> y <i>Ranunculus acris</i>-t</li> <li>- subida de <i>Dryopteris filix-mas</i>, <i>Sphagnum</i></li> <li>- presencia de <i>Montia</i>, <i>Myriophyllum</i> y <i>Isoetes</i></li> </ul>
<b>F-1</b>	<b>175</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- la ratio de PA/T es de ca. 50%</li> <li>- predominio de <i>Fagus</i> (27%)</li> <li>- valores notables de <i>Quercus caducifolia</i> (10%) y <i>Betula</i> (5-8%)</li> <li>- porcentajes moderados de <i>Pinus</i> (ca. 2,5%), <i>Corylus</i> (1,8%) y <i>Salix</i> (4,2%)</li> <li>- presencia de <i>Juniperus</i></li> <li>- presencia de <i>Abies</i></li> <li>- presencia de <i>Castanea</i> y <i>Olea</i></li> <li>- grumos polínicos de <i>Betula</i></li> <li>- presencia de macrocarbones: máx. 37 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- predominio de <i>Poaceae</i> (ca. 30%)</li> <li>- valores notables de <i>Calluna</i></li> <li>- <i>Cereal</i>-t presenta valores de ca. 3%; presencia de <i>Secale</i> (1,1%)</li> <li>- valores moderados de <i>Rumex acetosa</i>-t (1,6%), presencia de <i>Plantago lanceolata</i>-t y presencia de <i>Polygonum aviculare</i>-t, <i>Chenopodiaceae</i>, <i>Rumex</i>, <i>Bellis</i>-t, <i>Galium</i> y <i>Artemisia</i></li> <li>- porcentajes notables de <i>Potentilla erecta</i>-t</li> <li>- presencia de taxones heliófilos como <i>Cichorioideae</i>, <i>Cirsium</i>-t, <i>Stellaria</i>-t, <i>Centaurea jacea</i>-t o <i>Vicia</i>-t</li> <li>- valores moderados de <i>Apiaceae</i></li> <li>- <i>Cyperaceae</i> muestra valores de ca. 1'8% ; presencia de <i>Myriophyllum</i></li> </ul>

**Tabla 11-** Descripción del diagrama polínico de Font Bernard.

#### 6.3.4 Resultados de MNP.

Los descripción de resultados de MNP se muestran en la tabla 12 y el diagrama porcentual de MNP se muestra en la figura A.14.



ZPL	Prof. (cm)	MNP
F-4	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de ascosporas indiferenciadas (17%)</li> <li>- rarefacción de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (0,5%), <i>Sporormiella</i> (0,6%) y presencia de <i>Arnium</i></li> <li>- subida de <i>Glomus</i> (ca. 1%)</li> <li>- aumento de <i>Clasterosporium caricinum</i> (6,3%) y HdV-731 (ca. 13%)</li> <li>- subida de espermatóforos de Copepoda (ca. 4,3%)</li> <li>- presencia de <i>Ustulina deusta</i></li> <li>- presencia de cianobacterias (<i>Anabaena</i>) y de <i>Callidina angusticolis</i></li> </ul>
F-3	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores notables de ascosporas indiferenciadas (1,8%)</li> <li>- valores al alza de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (1,7%) y <i>Sporormiella</i> (1,1%); presencia de <i>Posospora</i>, <i>Arnium</i> y <i>Cercophora</i></li> <li>- crecimiento de los porcentajes de espermatóforos de Copepoda (1,7%)</li> <li>- presencia de <i>Tilletia</i>, <i>Brachysporium</i>, <i>Botryococcus</i>, <i>Zygnema</i>, <i>Arcella</i> y <i>Gyratrix</i></li> </ul>
F-2c	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>- débil retroceso de ascosporas indiferenciadas</li> <li>- subida de <i>Sordaria</i> (2%), <i>Sporormiella</i> (2,3%) y diversificación de otras esporas coprófilas tales como <i>Podospora</i>, <i>Arnium</i>, <i>Cercophora</i> y <i>Apiosordaria</i></li> <li>- presencia de <i>Gelasinospora</i>, <i>Coniochaeta</i> y <i>Neurospora</i></li> <li>- aumento de <i>Bysothecium circinans</i> (1,6%) y HdV-18</li> <li>- subida de <i>Anabaena</i> (3,5%) en la segunda mitad de la zona</li> <li>- presencia de <i>Glomus</i>, <i>Tilletia</i> y <i>Brachysporium</i></li> <li>- <i>Clasterosporium caricinum</i> aparece al final de la subzona</li> <li>- presencia de algas como <i>Spirogyra</i>, <i>Botryococcus</i> y <i>Zygnema</i></li> <li>- presencia de Neorhabdocoela (<i>Turbellaria</i> class, <i>Gyratrix hermaphroditus</i>, <i>Microdalyelia armigera</i>), <i>Macrobiotus ambiguus</i> y <i>Callidina angusticolis</i></li> </ul>
F-2b	120	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de ascosporas indiferenciadas</li> <li>- bajada de <i>Sordaria</i> (1,5%) y subida de <i>Sporormiella</i> (2%). Disminución de la diversidad de esporas coprófilas</li> <li>- aumento de <i>Bysothecium circinans</i></li> <li>- descenso de HdV-18</li> <li>- subida de los porcentajes de espermatóforos de Copepoda</li> <li>- presencia de <i>Valsaria</i>, <i>Brachysporium</i>, HdV-123 y <i>Arthrimum kamtschaticum</i></li> <li>- presencia de restos algales como <i>Spirogyra</i> y <i>Zygnema</i>, cianobacterias (<i>Anabaena</i>), tecamebas (<i>Nebella</i>) y Neorhabdocoela (<i>Turbellaria</i> class indiferenciada y <i>Gyratrix hermaphroditus</i>)</li> </ul>
F-2a	160	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de ascosporas indiferenciadas</li> <li>- valores notables de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (ca. 2,7%), <i>Sporormiella</i> (1,3%); presencia de <i>Sordariaceae</i>, <i>Podospora</i>, <i>Arnium</i> y <i>Cercophora</i></li> <li>- aumento de HdV-18 (ca. 5,5%)</li> <li>- presencia de <i>Glomus</i>, <i>Tilletia sphagni</i>,</li> <li>- presencia de restos faunísticos: HdV-179, espermatóforos de Copepoda y Neorhabdocoela (<i>Gyratrix hermaphroditus</i> y <i>Microdallyelia armigera</i>)</li> </ul>
F-1	175	<ul style="list-style-type: none"> <li>- diversidad de hongos coprófilos (4%) dentro de los cuales predomina <i>Sordaria</i> (ca. 3,5%); presencia de <i>Sporormiella</i>, <i>Podospora</i>, <i>Arnium</i>, <i>Cercophora</i> y <i>Apiosordaria verruculosa</i></li> <li>- valores notables de HdV-18 (ca. 2,3%)</li> <li>- presencia de <i>Clasterosporium caricinum</i>, <i>Brachysporium</i>, <i>Ustulina deusta</i>, <i>Bysothecium circinans</i> y HdV-123</li> <li>- presencia de <i>Turbellaria</i> class indiferenciada</li> </ul>

Tabla 12- Descripción del diagrama de MNP de Font Bernard.



#### 6.4 Les Laubies (1280 m s.n.m.)

44° 26' 0" N

3° 37' 26" E

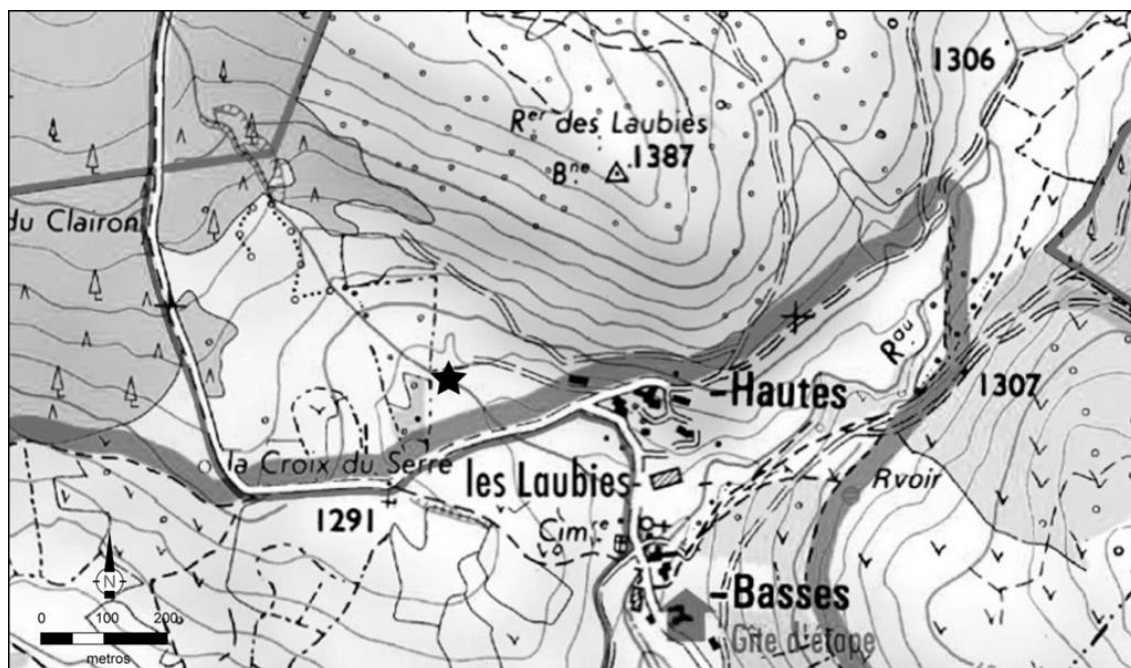


Fig. 31- Localización de la turbera de Les Laubies. Base cartográfica: Geoportail ©.

##### 6.4.1 Descripción del registro.

La turbera de Laubies (código del PNC 110085) es principalmente minerotrófica de origen fluviogénico con zonas ombrofizadas. En efecto, un riachuelo atraviesa la zona húmeda siendo este uno de los cauces del Bramon. La turbera se localiza en una pequeña depresión al oeste del pueblo Les Laubies que queda encajada en el fondo de valle en la zona de La Croix du Serre (Fig. 31). La superficie actual de la zona húmeda es de 11,3 ha. siendo ésta cortada por la carretera actual que va hacia Barrandon. La turbera se caracteriza por un predominio de prados húmedos, pastos higroturbosos dominados por *Eriophorum angustifolium*, juncuales de *Juncus acutiflorus* y salcedas pantanosas (F. Duguépéroux –PNC-, comunicación

personal). En las zonas colindantes se alternan bosques de pinos replantados, campos de cultivo, pastos y landas de genistas (Fig. 32).



**Fig. 32-** Vista de la turbera de Laubies orientada hacia el pueblo actual. Foto: S. Paradis-Grenouillet.

#### **6.4.2 Secuencia sedimentaria**

El sondeo de Laubies se realizó durante la campaña de septiembre de 2010. Se obtuvo una secuencia de 165 cm de longitud, la litología de la cual se caracteriza como se muestra a continuación:

L1 (0-32 cm): turba marrón fibrosa

L2 (32-34 cm): nivel de arenas con matriz de turba marrón

L3 (34-75 cm): turba marrón evolucionada

L4 (75-90 cm): turba negra evolucionada

L5 (90-110 cm): turba marrón evolucionada mineral

L6 (110-119 cm): turba marrón evolucionada con nivel de arenas

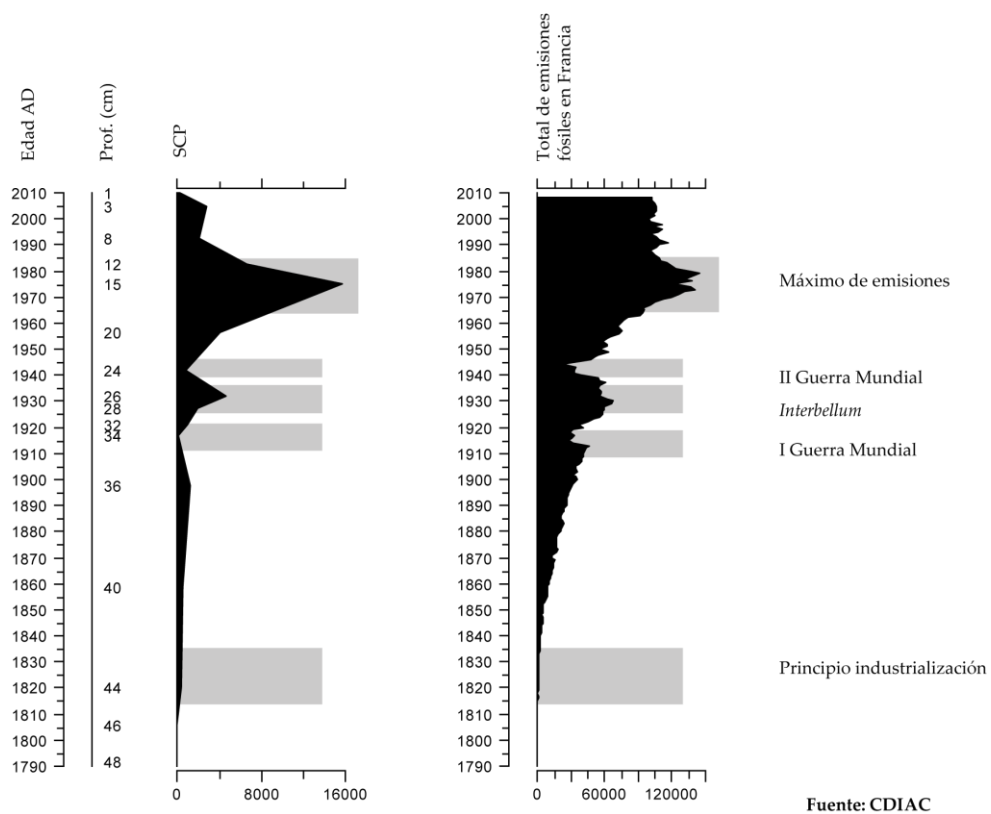
L7 (119-160 cm): turba marrón evolucionada

L8 (160-165 cm): arena granítica

Se han realizado un total de cuatro dataciones radiocarbónicas en la secuencia de Laubies (Tabla 13). Dado que la mitad superior de la secuencia está muy dilatada, se decidió utilizar las SCP para afinar la cronología de las fases más recientes. Los resultados de la curva de SCP se muestran en la (Fig. 33), mientras que el modelo cronológico completo elaborado con Clam se muestra en la (Fig. 34). El modelo cronológico se ha construido mediante interpolación lineal de pares de fechas adyacentes, añadiendo los resultados obtenidos por las SCP en los 45 cm superiores. Los resultados polínicos permiten situar un hiatus entre 160 y 156 cm, coincidente con un cambio litológico entorno a 160 cm momento en que la tasa de sedimentación se vuelve aproximadamente estable. Otro argumento para sostener la existencia de un hiatus se basa en que la presencia de una curva continua de *Castanea* a partir de 156 cm debe situarse en un Subatlántico avanzado (Reille *et al.*, 1992). En efecto la curva continua de *Castanea* se sitúa en torno a ca. 333-423 cal AD en la secuencia de Countrasts, a ca. 972-1032 cal AD en Veyssièrre, ligeramente posterior a ca. 381-469 cal AD en l'Amourous y a ca. 1200-1250 cal AD en Narses Mortes (Pulido, 2006). Por lo tanto, la secuencia empieza entorno a ca. 1000 cal BC, se interrumpe en ca. 700-600 cal BC y se reinicia después del hiatus entorno al 600 cal AD.

Ref. laboratorio	Profundidad (cm)	Material datado	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a 2 $\sigma$ (cal BC/AD)
UGAMS-8017	77.5-79	bulk	290 $\pm$ 25	1513-1600 cal AD
UGAMS-8018	116-117.5	bulk	860 $\pm$ 25	1153-1252 cal AD
UGAMS-11107	149-150	bulk	1280 $\pm$ 30	662-779 cal AD
UGAMS-8019	160-161.5	bulk	2560 $\pm$ 25	802-749 cal BC

**Tabla 13-** Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Les Laubies.



Fuente: CDIAC

**Fig. 33-** Resultados del conteo de SCP ( $\text{gr}^{-1}$ ) en la secuencia de Laubies a la izquierda y total de emisiones de combustibles fósiles en Francia a la derecha.

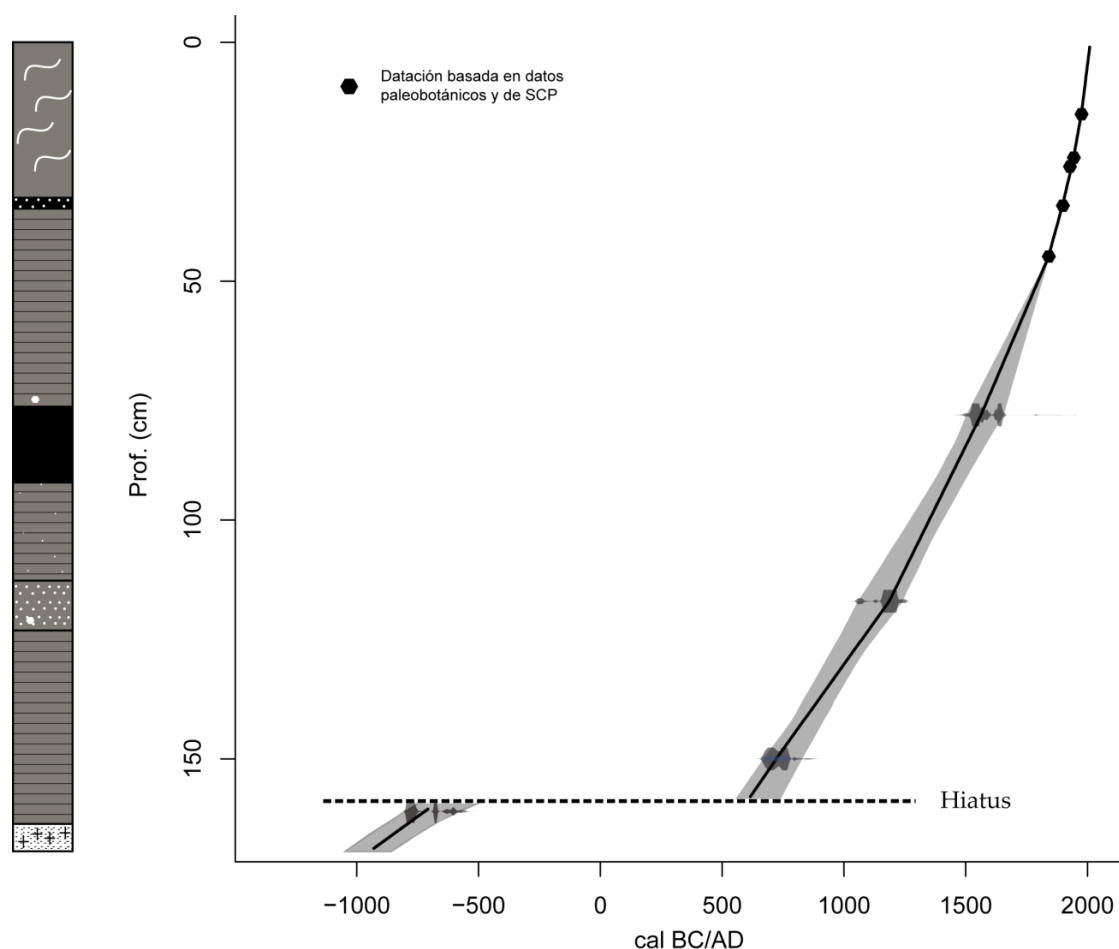


Fig. 34- Modelo cronológico de Laubies. Los polígonos corresponden a las fechas obtenidas con el conteo de SCP y el triángulo indica la fecha de sondeo.

#### 6.4.3 Resultado polínicos.

Los resultados polínicos de Laubies permiten establecer seis zonas y cinco subzonas. La descripción de los resultados se realiza en la tabla 14, mientras que el diagrama porcentual, de concentración polínica y de *pollen influx* se muestran en las figuras A.15, A.16, A.17 y A.18.

ZPL	Prof. cm	Polen arbóreo y macrocarbones	Polen no arbóreo
L-6	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión de los porcentajes y AR PA/T (46-66%) a causa de la subida de <i>Pinus</i> (máx. 42%)</li> <li>- subida de <i>Betula</i> (6%), <i>Salix</i> (2,3%), <i>Castanea</i> (2,3%) y <i>Picea</i> (1,8%), observado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de valores de Poaceae (18%)</li> <li>- retroceso de <i>Calluna</i> (c. 1%)</li> <li>- valores a la baja de Cerealia-t (0,2%) y <i>Secale</i> (0,3%)</li> <li>- presencia de <i>Centaurea cyanus</i>-t</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>también en los valores de AR</li> <li>- bajada de <i>Fagus</i> (2,6%), <i>Corylus</i> y <i>Alnus</i>, confirmado por el AR</li> <li>- macrocarbones: 6,3 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- retroceso de los valores de <i>Rumex acetosa</i>-t (0,3%), mantenimiento de <i>Plantago lanceolata</i>-t (0,3%); presencia de <i>Rumex</i>, <i>Galium</i> y <i>Artemisia</i></li> <li>- bajada de Cyperaceae, <i>Potentilla erecta</i>-t y Apiaceae</li> <li>- aumento de <i>Ranunculus acris</i>-t</li> </ul>
L-5	36	<ul style="list-style-type: none"> <li>- subida de PA/T (25-46%) debido a la subida de los valores de <i>Fagus</i> (máx. 10%) y <i>Pinus</i> (máx. 19%) y <i>Corylus</i> (2,3%), confirmado por los valores de AR</li> <li>- valores notables de <i>Quercus caducifolia</i> (ca. 5%)</li> <li>- bajada de los valores de <i>Betula</i> (2%) y <i>Castanea</i> (0,5%)</li> <li>- valores notables de <i>Salix</i>, <i>Abies</i> y <i>Olea</i></li> <li>- primeras evidencias de <i>Picea</i> a 24 cm</li> <li>- macrocarbones máx. 11 partículas./gr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de Poaceae (36-24%) y <i>Calluna</i> (2%)</li> <li>- descenso porcentual de Cerealía-t (ca. 2,5%); aumento de <i>Secale</i> (1,8%)</li> <li>- evidencia de <i>Centaurea cyanus</i>-t</li> <li>- retroceso de taxones ruderales y nitrófilos tales como <i>Rumex acetosa</i>-t (4%) y <i>Galium</i>; aumento de <i>Plantago lanceolata</i>-t; presencia de <i>Bellis</i>-t, <i>Rumex acetosella</i>-t y <i>Artemisia</i></li> <li>- aumento de <i>Potentilla erecta</i>-t (4,6%), <i>Ranunculus acris</i>-t (2,6%)</li> <li>- valores moderados de Cyperaceae (ca. 14%)</li> <li>- grumos de Cyperaceae</li> </ul>
L-4	68	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de PA/T (20-40%) en primera mitad de la zona y bajada en la segunda</li> <li>- los valores de AR de los taxones arbóreos descienden en la primera mitad de la zona y recuperan en la segunda</li> <li>- subida porcentual de <i>Betula</i> (7%), <i>Quercus caducifolia</i> (9%), <i>Fagus</i> (máx. 12%) <i>Alnus</i> (4,5%). Sus valores bajan en la segunda mitad de la zona</li> <li>- aumento de los valores de <i>Pinus</i> (máx. 10%) y <i>Olea</i> (1,2%)</li> <li>- presencia de <i>Corylus</i>, <i>Salix</i> y <i>Abies</i></li> <li>- valores notables de <i>Castanea</i></li> <li>- presencia de macrocarbones (0,8 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- progresión de los valores de Poaceae (30-36%) y ligero ascenso de <i>Calluna</i></li> <li>- valores a la baja de Cerealía-t (6,7%), <i>Secale</i> (0,6%)</li> <li>- presencia de adventicias como <i>Sinapis</i>-t y <i>Centaurea cyanus</i>-t</li> <li>- bajada de apófitos tales como <i>Rumex acetosa</i>-t (ca. 5%) y <i>Plantago lanceolata</i>-t; presencia de <i>Rumex</i>, <i>Galium</i>, Chenopodiaceae y <i>Artemisia</i>.</li> <li>- presencia de taxones heliófilos como Cichorioideae, <i>Trifolium</i>-t, aumento transitorio de <i>Astragalus</i>-t y presencia de <i>Lathyrus</i>-t y <i>Lotus</i>-t</li> <li>- subida de Apiaceae y <i>Potentilla erecta</i>-t</li> <li>- descenso de Cyperaceae; presencia de <i>Montia</i>, <i>Equisetum</i> y <i>Drosera</i></li> <li>- pico puntual <i>Dryopteris filix-mas</i> (máx. 6,5%)</li> <li>- grumo de Poaceae</li> </ul>
L-3c	82	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de PA/T (27-20%) por el retroceso de los porcentajes</li> <li>- expansión de los valores porcentuales y de AR de <i>Betula</i> (3%), <i>Pinus</i> (5,6%) y <i>Salix</i> (2,5%)</li> <li>- presencia de <i>Corylus</i></li> <li>- valores moderados de <i>Castanea</i> y <i>Abies</i></li> <li>- presencia de <i>Olea</i></li> <li>- grumos de <i>Salix</i> y <i>Castanea</i></li> <li>- macrocarbones: 4,6 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de Poaceae (34-26%)</li> <li>- aumento de Cerealía-t (ca. 8%) y <i>Secale</i> (2,1%)</li> <li>- máximo de los valores de <i>Rumex acetosa</i>-t (ca. 14%; descenso de <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Plantago lanceolata</i>-t y <i>Artemisia</i>-t. Presencia de <i>Plantago major/media</i>, <i>Sinapis</i>-t y <i>Polygonum aviculare</i>-t</li> <li>- expansión de los valores de <i>Potentilla erecta</i>-t (4%), Apiaceae (1,8%) y Scrophulariaceae</li> <li>- aumento porcentual de Cyperaceae (máx. 25%), aumento puntual de <i>Menyanthes trifoliata</i> y presencia de <i>Potamogeton</i></li> <li>- caída de valores de <i>Dryopteris filix-mas</i></li> <li>- grumos polínicos de Cyperaceae</li> </ul>
L-3b	106	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de los valores de PA/T (33-23%). Los valores de AR son estables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores estables de Poaceae (35%)</li> <li>- descenso de <i>Calluna</i></li> </ul>



		<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de <i>Betula</i> (ca. 4,5-0,3%) y <i>Fagus</i> (3,2%)</li> <li>- aumento de <i>Quercus caducifolia</i> (9%)</li> <li>- valores notables de <i>Corylus</i>, <i>Alnus</i> y <i>Salix</i></li> <li>- presencia de <i>Castanea</i> y de <i>Juglans</i></li> <li>- aumento de <i>Juniperus</i></li> <li>- macrocarbones: 0,8 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de los valores de Cerealia-t (7,8%) y <i>Secale</i> (2,2%)</li> <li>- presencia de taxones adventicios como <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- subida de los apófitos tales como <i>Rumex acetosella</i>-t (1%), <i>Rumex acetosa</i>-t (11%), <i>Rumex</i> (2%); valores moderados de <i>Plantago lanceolata</i>-t y presencia de <i>Plantago</i>, <i>Galium</i>, <i>Artemisia</i>, <i>Anthemis</i>-t y <i>Bellis</i>-t</li> <li>- incremento de Cyperaceae (máx. 11%)</li> <li>- retroceso de <i>Ranunculus acris</i>-t (1,5%), Apiaceae (0,5%) y <i>Dryopteris filix-mas</i> (0,5%)</li> <li>- presencia de <i>Menyanthes trifoliata</i></li> </ul>
L-3a	118	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de PA/T (37-28%) que viene dada por el retroceso de <i>Fagus</i> (8-4%), <i>Quercus caducifolia</i> (10-5%) y <i>Betula</i> (ca. 5-2%) también observado en AR</li> <li>- expansión de <i>Pinus</i> (2,5-5%) y <i>Alnus</i> (2,3%)</li> <li>- valores notables de <i>Castanea</i>; presencia de <i>Juglans</i></li> <li>- valores moderados de <i>Corylus</i>, <i>Salix</i> y <i>Castanea</i></li> <li>- macrocarbones: máx. 3,6 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- expansión de Poaceae (26-40%)</li> <li>- retroceso de <i>Calluna</i> (16-5%)</li> <li>- aumento de los valores de Cerealia-t (ca. 7,3%)</li> <li>- presencia de algunos adventicios como <i>Centaurea cyanus</i>-t o <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- valores notables de <i>Rumex acetosa</i>-t y presencia de <i>Rumex</i>, <i>Bellis</i>-t, <i>Plantago lanceolata</i>-t y <i>Rumex acetosella</i>-t</li> <li>- aumento de Cyperaceae</li> <li>- presencia de <i>Menyanthes trifoliata</i></li> </ul>
L-2b	146	<ul style="list-style-type: none"> <li>- retroceso de valores de PA/T (ca. 40%), sobre todo por los valores a la baja de <i>Fagus</i> (20-10%), confirmado por el descenso de AR</li> <li>- bajada porcentual de <i>Betula</i> (ca. 6%), <i>Corylus</i> (ca. 1,2%) y <i>Alnus</i> (1,5%)</li> <li>- valores moderados de <i>Pinus</i> (ca. 1,5%)</li> <li>- expansión de <i>Juniperus</i></li> <li>- presencia de <i>Salix</i></li> <li>- presencia de <i>Abies</i> y <i>Salix</i></li> <li>- macrocarbones: 47 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ligero retroceso de Poaceae (ca. 30%)</li> <li>- expansión de <i>Calluna</i> (ca. 13%)</li> <li>- incremento de los porcentajes Cerealia-t (ca. 4,5%) y <i>Secale</i> (0,6%)</li> <li>- expansión de apófitos: <i>Rumex acetosa</i>-t (2-14%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (2,7%), <i>Bellis</i>-t y presencia de <i>Plantago major/media</i>-t, <i>Plantago</i>, <i>Artemisia</i>, <i>Galium</i> y <i>Rumex acetosella</i>-t</li> <li>- presencia de taxones heliófilos y de prados como Cichorioideae, <i>Anthemis</i>-t, Brassicaceae, <i>Stellaria</i>-t, <i>Trifolium</i>-t, <i>Lathyrus</i>-t, <i>Lotus</i>-t o <i>Vicia</i>-t</li> <li>- valores al alza de <i>Ranunculus acris</i>-t (2,5%), Apiaceae (4%)</li> <li>- bajada de <i>Potentilla erecta</i>-t (1,2%) y <i>Dryopteris filix-mas</i> (1,3%)</li> </ul>
L-2a	158	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores de PA/T a la baja (45-38%)</li> <li>- hay un pico generalizado de los valores de AP en AR a 152 cm</li> <li>- valores en retroceso de <i>Fagus</i> (20%) y <i>Quercus caducifolia</i> (ca.10%)</li> <li>- valores estables de <i>Corylus</i> (1%), <i>Pinus</i> (ca. 1%) y <i>Betula</i> (ca. 7%)</li> <li>- principio de curva continua de <i>Castanea</i> y primeras manifestaciones de <i>Juglans</i></li> <li>- presencia de <i>Salix</i>, <i>Sorbus</i> y <i>Abies</i></li> <li>- macrocarbones: máx. 23 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores máximos de Poaceae de ca. 45%</li> <li>- porcentajes notables de <i>Calluna</i> (máx. 4,8%)</li> <li>- porcentajes de Cerealia-t de ca. 5% presencia de <i>Secale</i></li> <li>- presencia de apófitos tales como <i>Plantago lanceolata</i>-t (1,6%), <i>Rumex acetosa</i>-t (3,2%), <i>Rumex</i> (2,9%); presencia puntual de <i>Plantago</i>, <i>Polygonum aviculare</i>-t, <i>Galium</i>, <i>Artemisia</i> y Chenopodiaceae</li> <li>- valores de <i>Potentilla erecta</i>-t de ca. 6% y Apiaceae de ca. 1,8%</li> <li>- valores notables de <i>Dryopteris filix-mas</i> (ca. 2,5%)</li> </ul>

			- presencia de <i>Typha</i>
<b>Hiatus</b>			
<b>L-1</b>	<b>164</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- PA/T de ca. 90%</li> <li>- predominio de <i>Fagus</i> (ca. 40%) y <i>Quercus</i> caducifolio (ca. 30%). Estos valores están en recesión</li> <li>- Porcentajes notables de <i>Betula</i>, <i>Corylus</i> y <i>Alnus</i></li> <li>- presencia de <i>Abies</i> y <i>Tilia</i></li> <li>- macrocarbones: 6 partículas/gr.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- tasa de Poaceae estable (ca. 7%)</li> <li>- presencia discreta de IPA: <i>Rumex</i> (ca. 2%), <i>Plantago lanceolata</i> (ca. 1%); presencia de <i>Bellis-t</i></li> <li>- presencia de <i>Saxifraga</i> y Dipsacaceae</li> <li>- valores notables de <i>Dryopteris filix-mas</i> (c. 9%) y Ranunculaceae</li> </ul>

**Tabla 14-** Descripción de diagrama polínico de la secuencia de Les Laubies.

#### 6.4.4 Resultados de MNP.

Los resultados de MNP se describen en la tabla 14 mientras que las curvas porcentuales se muestran en la Fig. A.19.

ZPL	Prof. (cm)	MNP
<b>L-6</b>	<b>20</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- subida de ascosporas indiferenciadas (13%)</li> <li>- valores notables pero a la baja de <i>Sordaria</i> (6%); presencia de <i>Apiosordaria verruculosa</i></li> <li>- presencia de <i>Coniochaeta</i> cf. <i>ligniarum</i>, <i>Tilletia</i>, HdV-37, HdV-731 y <i>Microthyrium</i></li> <li>- aumento de HdV-18 (9%) en la primera mitad de la zona</li> <li>- incremento en el final de la zona de tecamebas (<i>Assulina seminulum</i>, <i>Assulina muscorum</i> y <i>Amphitrema flavum</i>)</li> <li>- presencia de <i>Mougeotia</i></li> <li>- presencia de <i>Fasciola</i></li> </ul>
<b>L-5</b>	<b>36</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de ascosporas indiferenciadas (0,8%)</li> <li>- aumento de <i>Sordaria</i> (7%) y presencia de <i>Sporormiella</i>. Reducción de la diversidad de hongos coprófilos</li> <li>- incremento de HdV-18 (3,2%) y valores moderados de espermátóforos de <i>Copepoda</i></li> <li>- incremento de los valores de HdV-200</li> <li>- valores al alza de <i>Zygnema</i> y <i>Mougeotia</i></li> <li>- presencia de Neorhabdocoela (<i>Gyratrix hermaphroditus</i>, <i>Microdalllyelia armigera</i> y <i>Nebela militaris</i>; presencia de Acari</li> </ul>
<b>L-4</b>	<b>68</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- subida de ascosporas indiferenciadas (c. 11%)</li> <li>- crecimiento porcentajes de <i>Sordaria</i> (7%) y <i>Sporormiella</i> (2,7%); presencia de HdV-55B, <i>Podospora</i>, <i>Apiosordaria</i> y <i>Cercophora</i></li> <li>- presencia de <i>Gelasinospora</i>, <i>Glomus</i>, HdV-37 y HdV-200</li> <li>- aumento de espermátóforos de <i>Copepoda</i> (5,8%) y <i>Zygnema</i> (1,3%); presencia de <i>Mougeotia</i></li> <li>- presencia de tecamebas (<i>Assulina seminulum</i> y <i>Amphitrema flavum</i>)</li> <li>- presencia de <i>Anabaena</i></li> <li>- extensión de valores de Neorhabdocoela en primera mitad de la subzona: <i>Gyratrix hermaphroditus</i> (13%), <i>Microdalllyelia armigera</i> (4,5%) y <i>Nebela militaris</i> (2,3%). Descenso</li> </ul>

		<p>en la segunda mitad</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de <i>Macrobiotus ambiguus</i> (c. 7%); presencia de <i>Macrobiotus hufelandi</i></li> </ul>
L-3c	82	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de ascosporas indiferenciadas (5%)</li> <li>- subida de <i>Sordaria</i> (3%), descenso de <i>Sporormiella</i> (0,3%); presencia de <i>Apiosordaria</i></li> <li>- presencia de <i>Puccinia</i> y HdV-200</li> <li>- presencia de cianobacterias (<i>Rivularia</i> y <i>Anabaena</i>)</li> <li>- valores moderados y a la baja de HdV-18 (ca. 19%)</li> <li>- subida de espermatóforos de Copepoda y de <i>Macrobiotus ambiguus</i>; subida y diversificación de Neorhabdocoela (<i>Turbellaria</i> class, <i>Gyratrix hermaphroditus</i> y <i>Microdalyelia armigera</i>)</li> <li>- presencia de <i>Zygnema</i> (1%), <i>Botryococcus</i> (0,5%) y <i>Mougeotia</i> (3%)</li> </ul>
L-3b	106	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de los valores de ascosporas indiferenciadas</li> <li>- incremento de <i>Sordaria</i> (1,8%) y <i>Sporormiella</i> (3,6%); presencia de Sordariaceae, <i>Podospora</i> y <i>Apiosordaria</i></li> <li>- presencia de <i>Gelasinospora</i>, <i>Chaetomium</i>, <i>Trichocladium</i>, <i>Arthrinium kamtschaticum</i> y <i>Clasterosporium caricinum</i></li> <li>- aumento de los valores de <i>Glomus</i> (6,2%), HdV-18 (20%), HdV-731 e <i>Inocybe</i> (c. 1,5%)</li> <li>- presencia de <i>Spirogyra</i>, <i>Zygnema</i> y <i>Mougeotia</i></li> <li>- valores notables de espermatóforos de Copepoda; presencia de Neorhabdocoela (<i>Gyratrix</i> y <i>Microdalyellia</i>) y Tardigrada (<i>Macrobiotus ambiguus</i> (ca. 7%); presencia de <i>Macrobiotus hufelandi</i>)</li> </ul>
L-3a	118	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de ascosporas indiferenciadas</li> <li>- bajada de <i>Sordaria</i> (0,2%) y <i>Sporormiella</i> (1,1%); rarefacción de otras esporas coprófilas tales como <i>Apiosordaria verruculosa</i></li> <li>- valores al alza de HdV-18 (ca. 2%)</li> <li>- presencia de <i>Puccinia</i>, <i>Clasterosporium caricinum</i> y <i>Microthyrium</i></li> <li>- presencia de <i>Anabaena</i></li> <li>- incremento de los valores de <i>Zygnema</i> y presencia de <i>Mougeotia</i></li> <li>- aumento de HdV-179 y espermatóforos de Copepoda; presencia de <i>Microdalyelia</i>, <i>Macrobiotus ambiguus</i> y Acari</li> </ul>
L-2b	146	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento porcentual de <i>Sordaria</i> (3%) y <i>Sporormiella</i> (3,5%); diversificación de hongos coprófilos con presencia de <i>Sordaria</i>, Sordariaceae, <i>Podospora</i> y <i>Cercophora</i></li> <li>- aumento de <i>Glomus</i> y HdV-18</li> <li>- presencia de <i>Gelasinospora</i>, <i>Coniochaeta</i> cf. <i>ligniaria</i>, <i>Brachysporium</i>, <i>Ustilina deusta</i>, <i>Byssothecium circinans</i>, HdV-123, LCE-04</li> <li>- primeras apariciones de <i>Zygnema</i>-t y presencia de <i>Mougeotia</i> y <i>Concentricystes</i></li> </ul>
L-2a	158	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presencia de esporas coprófilas: <i>Sordaria</i> (1,9%) y <i>Sporormiella</i> (1,6%)</li> <li>- aumento de valores de HdV-18; presencia de <i>Glomus</i>, <i>Byssothecium circinans</i>, <i>Arthrinium kamtschaticum</i></li> <li>- presencia de restos algares tales como <i>Spirogyra</i> o <i>Mougeotia</i></li> <li>- presencia espermatóforos de Copepoda, el rotífero <i>Conochilus natans</i> y Neorhabdocoela (incluyendo <i>Gyratrix hermaphroditus</i> y <i>Microdalyelia armigera</i>)</li> </ul>
<b>Hiatus</b>		
L-1	164	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presencia de ascosporas indiferenciadas</li> </ul>

**Tabla 15-** Descripción de diagrama de MNP de la secuencia de Les Laubies.



## 6.5 La Veyssière (1150 m s.n.m.)

44° 24' 11" N

3° 39' 14" E

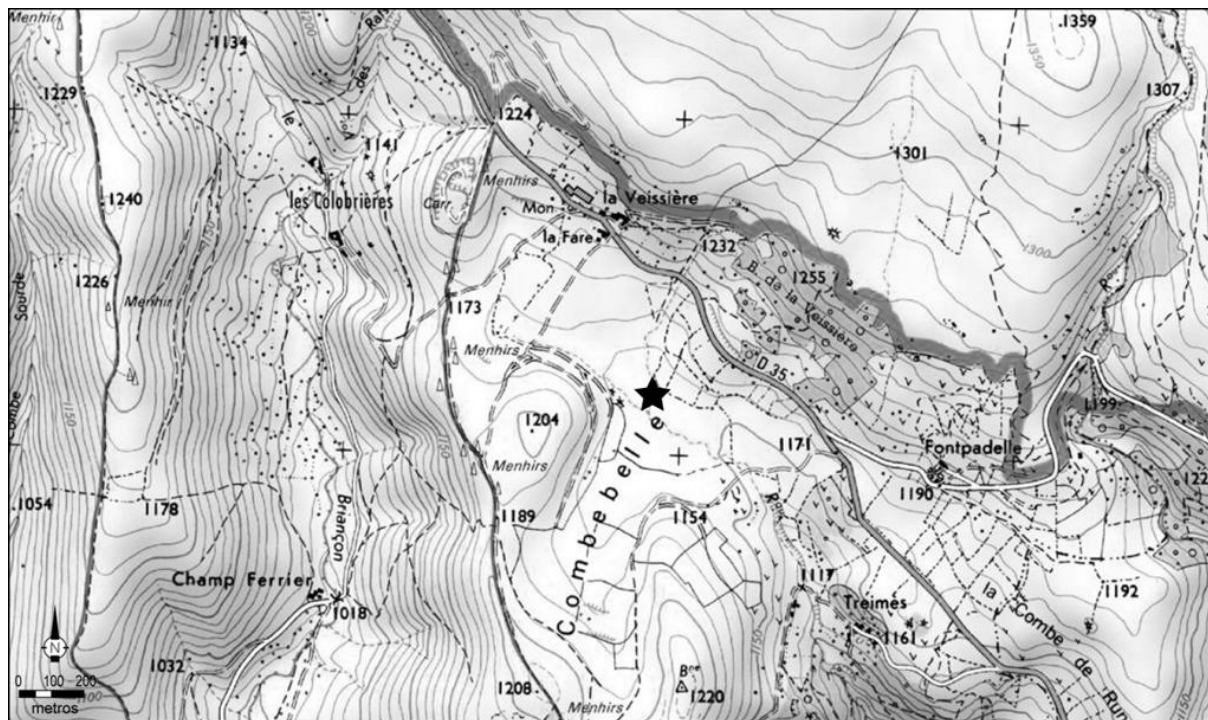


Fig. 35- Localización de la secuencia de Veyssière. Base cartográfica: Geoportail ©.

### 6.5.1 Descripción del registro.

La turbera de La Veyssière (código PNC 110331) se encuentra en la zona baja, en la cota donde se encuentran la mayoría de núcleos de población (Fig. 35). Se trata de una turbera minerotrófica fluviogénica, que recibe aportes hídricos del riachuelo de Treimes. Hoy en día es pastada por ganado bovino. La acumulación de materia orgánica se produce por la existencia de una plataforma plana en ruptura de pendiente. La parte noroeste de la zona húmeda fue drenada, como lo muestran numerosos canales de drenaje. La vegetación de la turbera se caracteriza por un predominio de pastos higroturbosos con *Carex nigra* y

*Eriophorum angustifolium*, juncuales con *Juncus acutiflorus* y algunos tremedales de transición (F. Duguépéroux –PNC-, comunicación personal). La vegetación de las zonas inmediatas a la turbera se caracteriza por pinos en la parte norte así como por abundancia de pastos y campos de cultivo a vecindad de la turbera. Se localiza a proximidad de numerosos menhires que forman el grupo de Bondons (Fages, 1988; Trintignac, 2012). Hoy en día, la zona húmeda esta frecuentemente pastada por ganado bovino (Fig. 36).



**Fig. 36-** Vista de la turbera de Veyssi re. Foto: P. Allée.

#### **6.5.2 Secuencia sedimentaria.**

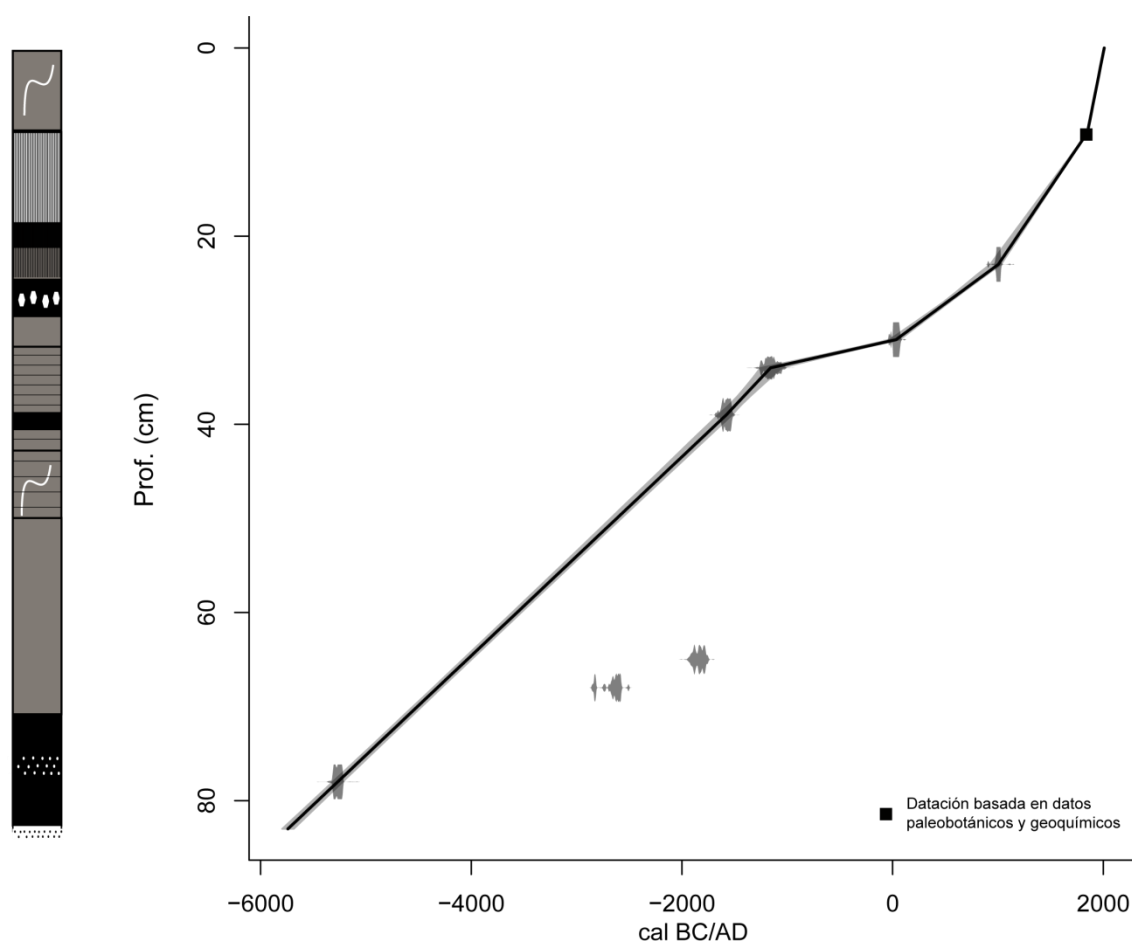
El sondeo de Veyssi re se hizo en septiembre de 2010. Se extrajeron 83 cm de secuencia que se caracteriza litológicamente de la siguiente manera:

- L1 (0-8 cm): turba marrón fibrosa
- L2 (8-24 cm): turba marrón con arcilla y algunas pasadas de turba negra
- L3 (24-28 cm): turba negra con carbones
- L4 (28-31 cm): turba marrón
- L5 (31-42 cm): turba marrón evolucionada con nivel de turba negra
- L6 (42-50 cm): turba marrón evolucionada fibrosa
- L7 (50-71 cm): turba marrón evolucionada
- L8 (71-82 cm): turba negra evolucionada con pasada de arena muy fina
- L9 (82-83 cm): arena granítica

Se han realizado un total de 7 dataciones en la secuencia sobre *bulk sediment* y carbón (Tabla 16). Éstas ponen de manifiesto una sedimentación iniciada anteriormente al  $6290 \pm 30$  BP, en torno al 5800-5600 cal BC basándonos en el modelo cronológico. La construcción de este modelo se ha hecho por interpolación lineal entre pares de fechas (Fig. 37), del cual se han excluido las dataciones UGAMS-11106 y UGAMS-13056 por no ser coherentes con el contexto biogeográfico regional. Así pues, estas dataciones enmarcan la expansión de *Fagus*, *Alnus* y una primera caída de *Tilia*. Este evento está datado entre ca. 4000-3700 cal BC en el Aubrac (Faure, 2012), ca. 3.500 cal BC en el Cantal (Surmely *et al.*, 2009) y entre ca. 4200-3700 cal BC en el Mont Lozère (Beaulieu, 1974; Pulido, 2006). En la secuencia de Amourous este mismo evento paleobotánico se fecha entre ca. 3525-3425 cal BC. Dado que las dos dataciones arriba indicadas nos dan un intervalo de datación entre ca. 2700-1750 cal BC, parece razonable excluirlas para que el modelo cronológico sea coherente con la dinámica regional de la vegetación. Por otra parte, se pone de manifiesto una fuerte desaceleración de la sedimentación entre 34 y 31 cm, dando lugar a prácticamente un palimpsesto en la interpretación de los resultados polínicos en este tramo de la secuencia. Se ha corregido el modelo en la parte superior basándonos en la expansión de *Pinus* y la presencia de *Picea*, dando una fecha de 1850-1900 AD a 9 cm de profundidad. Se evidencia que la secuencia de Veyssièrre es una secuencia muy compactada sedimentariamente en relación a su antigüedad y no permite, por lo tanto, trabajar a alta resolución cronológica ni aun cuando se ha trabajado en perfil continuo, es decir analizando cada centímetro de turba.

Ref. laboratorio	Profundidad (cm)	Material datado	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a 2 $\sigma$ (cal BC/AD)
UGAMS-11104	22-23	bulk	1030 $\pm$ 25	972-1032 cal AD
UGAMS-13055	30.5-31	bulk	1970 $\pm$ 20	2 cal BC-75 cal AD
UGAMS-11105	33.5-34	carbón	2940 $\pm$ 30	1263-1046 cal BC
UGAMS-8862	38-39.5	carbón	3310 $\pm$ 25	1644-1518 cal BC
<b>UGAMS-11106</b>	<b>64-65</b>	<b>bulk</b>	<b>3520 <math>\pm</math> 30</b>	<b>1926-1752 cal BC</b>
<b>UGAMS-13056</b>	<b>68-68.5</b>	<b>bulk</b>	<b>4090 <math>\pm</math> 25</b>	<b>2698-2571 cal BC</b>
UGAMS-8016	77.5-79	bulk	6290 $\pm$ 30	5319-5216 cal BC

**Tabla 16**-Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Veyssièrre. En negrita se muestran las fechas que han sido excluidas en la construcción del modelo cronológico.



**Fig. 37-** Modelo cronológico y litología de Veyssièrre. El cuadrado representa la fecha de expansión de pino extrapolada a partir del modelo de Laubies.



### 6.5.3 Resultado polínicos.

La presentación de los resultados polínicos se hace en la Tabla 17 mientras que los resultados porcentuales, de *pollen influx* y de concentración polínica se muestran en las figuras A.20, A.21, A.22 y A.23.

ZPL	Prof. cm	Polen arbóreo y macrocarbones	Polen no arbóreo
V6	8,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- súbita subida de PA/T (23-52%) debido al ascenso de <i>Pinus</i> (ca. 28%), confirmado por los valores de AR</li> <li>- bajada de <i>Betula</i> (1,8%), <i>Quercus</i> caducifolio (5%) y <i>Alnus</i> (0,6%)</li> <li>- incremento de <i>Quercus ilex</i>-t, <i>Corylus</i> y <i>Fraxinus</i>, corroborado por el AR</li> <li>- primeras evidencias de <i>Picea</i> a 6 cm</li> <li>- aumento transitorio de <i>Salix</i> (23%)</li> <li>- aumento de <i>Juniperus</i> (3,5%)</li> <li>- ligero descenso de <i>Castanea</i> (ca. 1,6%)</li> <li>- grumos de <i>Castanea</i> y <i>Pinus</i></li> <li>- presencia de macrocarbones (máx. 17 partículas/gr)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ligero incremento de Poaceae (47%)</li> <li>- descenso de <i>Calluna</i> (ca. 1%)</li> <li>- descenso notable de Cerealia-t (0,6%); desaparición de <i>Secale</i></li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t, <i>Agrostemma</i>-t y <i>Centaurea cyanus</i></li> <li>- descenso y rarefacción de apófitos: <i>Rumex acetosa</i> (ca. 1%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (1,4%); presencia de <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Plantago</i>, <i>Polygonum aviculare</i>-t, <i>Artemisia</i> y <i>Galium</i></li> <li>- valores notables de <i>Potentilla erecta</i>-t (3,7%)</li> <li>- bajada de Apiaceae y <i>Dryopteris filix-mas</i></li> <li>- incremento de Cyperaceae (16%)</li> </ul>
V5	14,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de los porcentajes y AR de PA/T (ca. 19%)</li> <li>- descenso de <i>Quercus</i> caducifolio (6,3%) y <i>Corylus</i> (0,6%)</li> <li>- aumento de <i>Pinus</i> (6%), <i>Alnus</i> (ca. 14%) y <i>Betula</i> (max. 19%)</li> <li>- valores notables de <i>Castanea</i> (ca. 2%) y presencia de <i>Juglans</i></li> <li>- grumos de <i>Quercus caducifolio</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- porcentajes de Poaceae de ca. 40-45%</li> <li>- frecuencias notables de <i>Calluna</i> (ca. 2%)</li> <li>- Cerealia-t alcanza los máximos valores de la secuencia (ca. 8%); presencia de <i>Secale</i> (ca. 0,2%); primera evidencia de <i>Linum ussitatissimum</i></li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t y <i>Scleranthus</i>-t; primera evidencia de <i>Centaurea cyanus</i>-t</li> <li>- descenso de apófitos debido sobre todo a la bajada de <i>Rumex acetosa</i>-t (7,3%); valores notables de <i>Rumex</i> y <i>Plantago lanceolata</i>-t; presencia de <i>Bellis</i>-t, <i>Rumex acetosella</i>-t y <i>Plantago major/media</i>-t, Chenopodiaceae, <i>Artemisia</i> y <i>Galium</i></li> <li>- aumento de Cichorioideae (3,3%) y presencia de otros taxones heliófilos como <i>Stellaria</i>-t, <i>Anthemis</i>-t, Brassicaceae o <i>Silene</i>-t</li> <li>- incremento de <i>Potentilla erecta</i>-t (6,8%)</li> <li>- descenso de <i>Sphagnum</i> y <i>Dryopteris filix-mas</i>;</li> </ul>

			<p>frecuencias notables de Cyperaceae (ca. 8%)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- presencia de <i>Viola palustris</i> y <i>Menyanthes trifoliata</i></li> <li>- grumos de Cerealia-t y <i>Verbascum</i>-t</li> </ul>
V4b	22,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- bajada de los porcentajes y AR del PA/T (35-22%)</li> <li>- descenso de <i>Betula</i> (ca. 2,5), <i>Quercus caducifolio</i> (ca. 7%), <i>Fagus</i> (4,3%), <i>Abies</i> (0,3%) y <i>Alnus</i> (3%), confirmado por los valores de AR.</li> <li>- aumento de <i>Pinus</i> y <i>Salix</i></li> <li>- inicio de la curva continua de <i>Castanea</i> (ca. 2%) y <i>Olea</i> (0,6); primeras evidencias de <i>Juglans</i></li> <li>- frecuencias regulares de <i>Juniperus</i></li> <li>- grumos de <i>Quercus caducifolio</i>, <i>Castanea</i> y <i>Alnus</i></li> <li>- presencia puntual de macrocarbones (3 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores estables de Poaceae (ca. 46%)</li> <li>- valores notables de <i>Calluna</i> (ca. 3%)</li> <li>- incremento de Cerealia-t (5,8%), y <i>Secale</i> (0,8%); presencia de <i>Fagopyrum</i></li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t y <i>Scleranthus</i>-t</li> <li>- aumento considerable de apófitos: <i>Rumex acetosa</i>-t (máx. 21%), <i>Rumex</i> (5,9%), <i>Plantago lanceolata</i>-t y <i>Artemisia</i> (ca. 1%); presencia de <i>Bellis</i>-t, <i>Rumex acetosella</i>-t, <i>Plantago major/media</i>-t, <i>Plantago</i></li> <li>- presencia de taxones heliófilos y de prados: Cichorioideae, <i>Anthemis</i>-t, <i>Stellaria</i>-t, <i>Trifolium</i>-t y <i>Astragalus</i>-t</li> <li>- valores notables de <i>Potentilla erecta</i>-t (3,8%), y Apiaceae (3,6%)</li> <li>- aumento de <i>Sphagnum</i> (9,3%) y Cyperaceae (8,5%)</li> <li>- presencia puntual de <i>Montia</i>, <i>Menyanthes trifoliata</i> y <i>Potamogeton</i></li> </ul>
V4a	32,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fuerte bajada de los valores porcentuales y de AR del PA/T (82-27%)</li> <li>- descenso marcado de <i>Quercus caducifolio</i> (16%), <i>Betula</i> (7,2%) y <i>Alnus</i> (ca. 10%), confirmado por el AR.</li> <li>- valores en ligero retroceso de <i>Fagus</i> (ca. 8,5%) y <i>Abies</i> (0,3%)</li> <li>- incremento de taxones pioneros y heliófilos como <i>Corylus</i>, <i>Pinus</i> y <i>Juniperus</i></li> <li>- aumento de <i>Salix</i></li> <li>- primera evidencia de <i>Castanea</i></li> <li>- grumos de <i>Alnus</i></li> <li>- macrocarbones (13 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de Poaceae (máx. 44%)</li> <li>- aumento de <i>Calluna</i> (máx. 1,6%)</li> <li>- incremento y comienzo de curva continua de Cerealia-t (máx. 1,5%) y primeras evidencias de <i>Secale</i> y <i>Cannabis</i>-t</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t y por primera vez, <i>Agrostemma</i>-t</li> <li>- aumento y diversificación de apófitos: <i>Rumex acetosa</i>-t (2,6%), <i>Rumex</i> (1,3%) y <i>Plantago lanceolata</i>-t (1,6%); presencia de <i>Anthemis</i>-t, <i>Bellis</i>-t, , <i>Rumex acetosella</i>-t y <i>Plantago major/media</i>-t</li> <li>- subida de <i>Potentilla erecta</i>-t (8,2%) y Apiaceae (ca. 13%)</li> <li>- incremento y diversificación de taxa heliófilos y de prados como Cichorioideae , Brassicaceae, <i>Stellaria</i>-t, <i>Trifolium</i>-t y <i>Cirsium</i>-t</li> <li>- presencia de <i>Sphagnum</i> y <i>Viola palustris</i></li> <li>- aumento de Cyperaceae (8,5%)</li> <li>- grumos de Poaceae</li> </ul>

V3c	37	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de los porcentajes y AR de PA/T (máx. 90%) y subida de <i>Quercus caducifolio</i></li> <li>- incremento de <i>Betula</i> (máx. 40%) y <i>Abies</i> (3,6%)</li> <li>- descenso de <i>Fagus</i> (12%), <i>Corylus</i> (0,2%), <i>Alnus</i> (48-15%) y <i>Pinus</i> (0,2%)</li> <li>- grumos de <i>Alnus</i>, <i>Quercus caducifolio</i> y <i>Betula</i></li> <li>- presencia de macrocarbones (máx. 7 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de Poaceae (3,5%)</li> <li>- aumento de apófitos: <i>Rumex acetosa</i> (1,2%) y <i>Plantago lanceolata</i>-t (1%); presencia de <i>Bellis</i>-t y <i>Rumex acetosella</i>-t</li> <li>- presencia de <i>Lathyrus</i>-t</li> <li>- aumento de <i>Saxifraga</i> (5,3%) y <i>Melampyrum</i> (1,8%)</li> <li>- descenso de <i>Dryopteris filix-mas</i> (14%)</li> <li>- presencia de <i>Viola palustris</i> y <i>Potamogeton</i></li> </ul>
V3b	48	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ligero descenso de PA/T (73%) explicado por el descenso de <i>Betula</i> (ca. 15%) y <i>Quercus caducifolio</i> (ca. 25%). Los valores de AR del PA/T aumentan</li> <li>- aumento de <i>Pinus</i> (2,1%), <i>Fraxinus</i> (2,4%), <i>Fagus</i> (17%) y <i>Alnus</i> (49%) confirmado por el AR</li> <li>- grumos de <i>Quercus caducifolio</i> y <i>Alnus</i></li> <li>- presencia de macrocarbones (máx. 114 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de Poaceae (ca. 13%)</li> <li>- presencia de Cerealía-t</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t</li> <li>- ligero aumento de apófitos aunque con valores inferiores a 0,5%: <i>Rumex acetosa</i>-t, <i>Rumex</i>, <i>Plantago lanceolata</i>-t, <i>Bellis</i>-t, <i>Polygonum aviculare</i>-t, <i>Artemisia</i>, <i>Galium</i> y <i>Plantago</i></li> <li>- descenso de <i>Filipendula ulmaria</i>-t</li> <li>- primeras evidencias de <i>Rinanthus</i></li> <li>- aumento de <i>Dryopteris filix-mas</i> (21%)</li> <li>- presencia de <i>Sphagnum</i></li> <li>- grumos de Poaceae</li> </ul>
V3a	58	<ul style="list-style-type: none"> <li>- recuperación de los valores de PA/T (77-86%) debido al incremento de <i>Quercus caducifolio</i> (49%) y <i>Betula</i> (36%), confirmado por los valores de AR</li> <li>- descenso de porcentajes y AR de <i>Alnus</i> (ca. 13%) y <i>Fagus</i> (4,1%); casi desaparición de <i>Salix</i></li> <li>- bajada de <i>Tilia</i> y <i>Ulmus</i></li> <li>- grumos de <i>Quercus caducifolio</i> y <i>Alnus</i></li> <li>- recurrencia de macrocarbones (máx. 1896 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- descenso de Poaceae (ca. 3,7%)</li> <li>- aumento de Cerealía-t</li> <li>- presencia de <i>Scleranthus</i>-t</li> <li>- bajada de apófitos, todos con valores inferiores al 1% tales como <i>Anthemis</i>-t, <i>Bellis</i>-t, <i>Rumex acetosa</i>-t, <i>Rumex</i> o <i>Plantago lanceolata</i>-t; presencia de <i>Artemisia</i> y <i>Galium</i></li> <li>- aumento de <i>Saxifraga</i> (ca. 2%)</li> <li>- presencia de <i>Selaginella selaginoides</i></li> <li>- descenso de Cyperaceae</li> </ul>
V2	69	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores a la baja de PA/T (85-66%). Los valores de AR suben.</li> <li>- descenso de <i>Quercus caducifolio</i> (ca. 39-26%), <i>Pinus</i> (ca. 2%), <i>Corylus</i> (ca. 3%) y <i>Salix</i> (ca. 0,5%)</li> <li>- incremento de <i>Fraxinus</i> (ca. 2%), <i>Fagus</i> (ca. 9%) y <i>Alnus</i> (ca. 51%)</li> <li>- bajada de <i>Tilia</i> y <i>Ulmus</i></li> <li>- primeras evidencias de <i>Abies</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento de Poaceae (máx. 13%)</li> <li>- primeras presencias de Cerealía-t</li> <li>- presencia de <i>Sinapis</i>-t y <i>Scleranthus</i>-t</li> <li>- aumento de apófitos: Cichorioideae (1,2%), <i>Rumex acetosa</i>-t (0,3%), <i>Rumex</i> (1%), <i>Plantago lanceolata</i>-t (0,8%); presencia de <i>Plantago major/media</i>-t, <i>Chenopodiaceae</i>, <i>Polygonum aviculare</i>-t, <i>Artemisia</i> y <i>Galium</i></li> <li>- aumento de planta heliófilas como</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- grumos de <i>Betula</i> y <i>Alnus</i></li> <li>- recurrencia de macrocarbones (máx. 15 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cichorioideae y Brassicaceae</li> <li>- aumento de <i>Filipendula ulmaria</i> (ca. 7%), <i>Melampyrum</i> (ca. 2%), <i>Dryopteris filix-max</i> (ca. 15%)</li> <li>- aumento de <i>Ranunculus acris-t</i> (4,7%)</li> <li>- presencia de <i>Sphagnum</i></li> <li>- grumos polínicos de Poaceae</li> </ul>
V1	83	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valores de PA/T de ca. 85%</li> <li>- predominio de <i>Quercus caducifolio</i> (ca. 35%) y <i>Betula</i> (ca. 37%)</li> <li>- frecuencias notables de <i>Pinus</i> (ca. 6,5%), <i>Corylus</i> (ca. 8,5%), <i>Salix</i> (6%), <i>Tilia</i> (ca. 4,5%) y <i>Ulmus</i> (ca. 2%)</li> <li>- porcentajes al alza de <i>Fagus</i> (ca. 1,9%)</li> <li>- grumos polínicos de <i>Betula</i></li> <li>- presencia de macrocarbones (6,5 partículas/gr.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- frecuencias de Poaceae de ca. 6%</li> <li>- débil presencia de taxones nitrófilos y ruderales: <i>Rumex acetosa-t</i> (0,9%), <i>Rumex</i> (0,5%); presencia de <i>Plantago</i>, <i>Chenopodiaceae</i>, <i>Artemisia</i> y <i>Bellis-t</i></li> <li>- valores notables de <i>Sphagnum</i> (ca. 2,2%), <i>Dryopteris filix-mas</i> (ca. 9%)</li> <li>- porcentajes notables de <i>Filipendula ulmaria</i> (ca. 4%) y <i>Apiaceae</i> (2%)</li> <li>- valores notables de <i>Cyperaceae</i> (2%)</li> <li>- presencia de <i>Equisetum</i></li> <li>- amas de Poaceae</li> </ul>

**Tabla 17-** Descripción del diagrama polínico de la secuencia de La Veyssiére.

#### 6.5.4 Resultados de MNP.

La descripción de los resultados de MNP se hace en la tabla 18 y se muestran en el diagrama de la figura A.24.

ZPL	Prof. (cm)	MNP
V6	8,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- aumento y mayor diversidad de MNP</li> <li>- incremento de ascosporas indiferenciadas (17%)</li> <li>- mayor diversidad de hongos coprófilos: <i>Sordaria</i> (0,9%), HdV-55B (2%), <i>Sporormiella</i> (0,6%), <i>Podospora</i> (0,8%) y <i>Coniochaeta cf. ligniaria</i> (0,3%)</li> <li>- aumento de <i>Glomus</i> (3,6%), <i>Tilletia sphagni</i> (8,5%) y <i>Byssothecium circinans</i> (5%)</li> <li>- presencia de <i>Chaetomium</i>, <i>Valsaria</i>, <i>Microthyrium</i></li> <li>- presencia de espermátóforos de <i>Copepoda</i> y cianobacterias (<i>Anabaena</i> y <i>Gloeotrichia</i>)</li> </ul>
V5	14,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- incremento de ascosporas indiferenciadas y diversificación de MNP</li> <li>- primeras evidencias de <i>Sordaria</i> (HdV-55<sup>a</sup> y HdV-55B), <i>Puccinia</i>, <i>Tecaphora</i> y <i>Anabaena</i></li> <li>- aumento de HdV-18 (3%) y <i>Byssothecium circinans</i> (2,7%)</li> <li>- presencia de espermátóforos de <i>Copepoda</i>, <i>Macrobiotus hufelandi</i> y Acari</li> </ul>
V4b	22,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>- presencia de ascosporas indiferenciadas</li> <li>- primeras evidencias de <i>Sporormiella</i></li> <li>- presencia de esporas (HdV-18), algas (<i>Botryococcus</i>) y <i>Neorhabdocoela</i> (<i>Turbellaria</i>)</li> </ul>

		class)
V4a	32,5	- presencia de ascosporas indiferenciadas y <i>Gyratrix hermaphroditus</i> - aumento de HdV-731 (0,8%) - presencia de algas: <i>Mougeotia</i> y <i>Botryococcus</i>
V3c	37	- ausencia de MNP
V3b	48	- presencia de HdV-731
V3a	58	- presencia de ascosporas indiferenciadas - presencia de espermátóforos de <i>Copepoda</i> y <i>Gyratrix hermaphroditus</i>
V2	69	- presencia de ascosporas indiferenciadas - presencia de <i>Clasterosporium caricinum</i> y HdV-18 - presencia <i>Microdalyelia armígera</i> y Acari
V1	83	- ascosporas indiferenciadas (0,7%) - presencia de <i>Botryococcus</i>

**Tabla 18-** Descripción del diagrama de MNP de la secuencia de Veyssièrè.

## 6.6 Otros modelos cronológicos de secuencias del Mont Lozère.

Hemos elaborado otros modelos cronológicos con el acuerdo de los autores de otras secuencias estudiadas en el Mont Lozère con el objetivo de favorecer una mejor comparación entre el conjunto de datos polínicos disponibles en el Mont Lozère. Estos modelos han sido también elaborados mediante la utilización de Clam (Blaauw, 2010). Para las descripciones sedimentológicas completas referirse a las publicaciones originales.

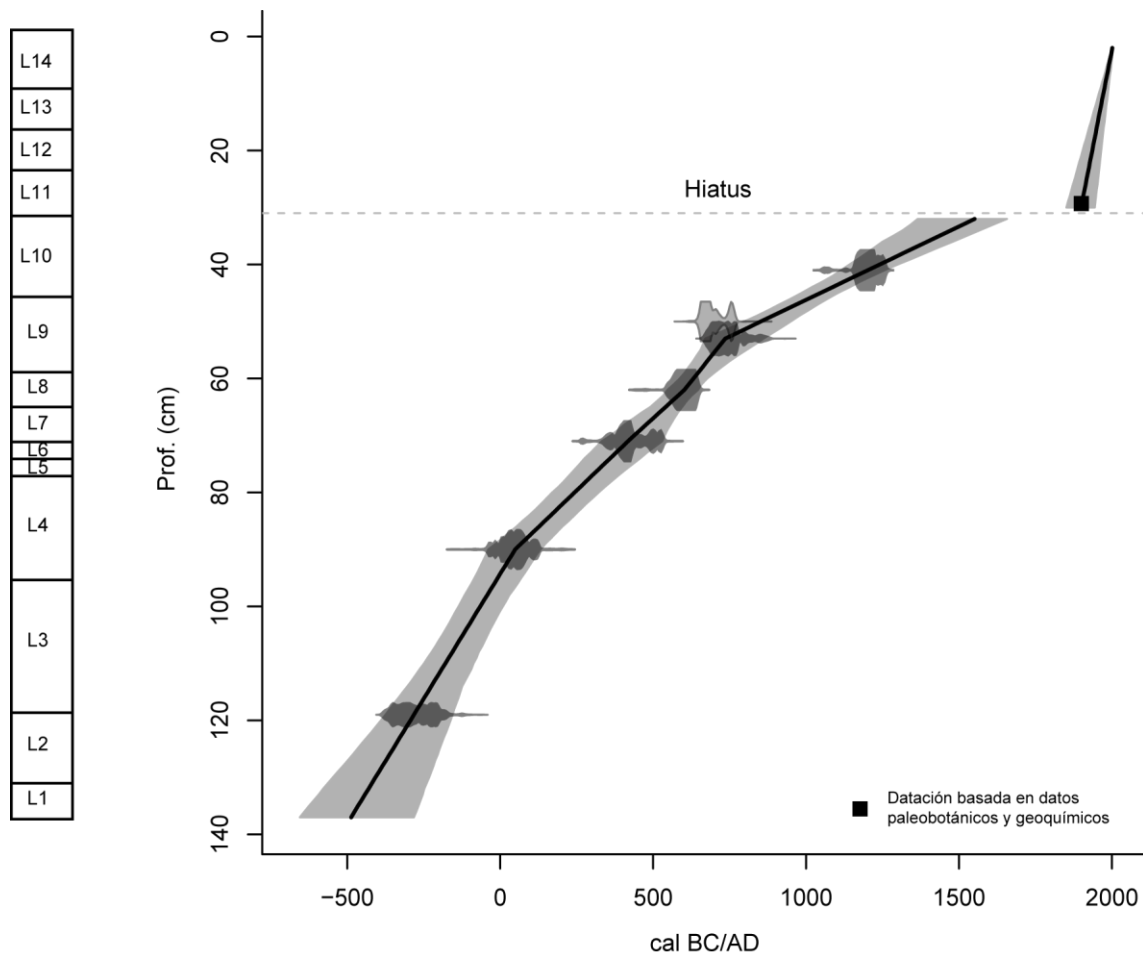
### 6.6.1 Narses Mortes Nord-Ouest (Pulido, 2006).

Esta secuencia dispone de un total de ocho dataciones radiocarbónicas que ponen de manifiesto un inicio de la turbificación a inicios del s. V cal BC (Tabla 19). Se produce un hiatus o una fuerte ralentización de la turbificación a partir de 32-34 cm pasando de una tasa de acumulación sedimentaria media de 0,6 mm/año a otra de 0,25 mm/año y que se caracteriza por un marcado aumento de los valores de *Pinus* (Pulido, 2006) y también por un aumento de los valores de Zn y Mn (Baron *et al.*, 2005). El estudio de SCP en la secuencia de Laubies nos permite hoy proponer que estos niveles de polen de pino son característicos

del finales del s. XIX-inicios del s. XX, hecho que sería coherente con los altos valores de contaminantes industriales. Por esto proponemos una modificación del modelo de Narses Mortes Nord-Ouest para la parte superior a 32-34 cm. De hecho la datación radiocarbónica realizada a 31 cm ha dado una fecha moderna. El modelo cronológico realizado por interpolación linear que proponemos se presenta en la figura 38.

Ref. laboratorio	Profundidad (cm)	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a 2 $\sigma$ (cal BC/AD)
Poz - 2011	31	115,5 $\pm$ 0,3	* moderna
Poz - 7045	41	840 $\pm$ 30	1155-1265 cal AD
Poz - 2012	50	1330 $\pm$ 35	646-726 cal AD
Poz - 2014	53	1265 $\pm$ 35	666-784 cal AD
Poz - 2015	62	1460 $\pm$ 35	547-649 cal AD
Poz - 2016	71	1635 $\pm$ 35	339-536 cal AD
Poz - 1957	90	1950 $\pm$ 40	40 cal BC-128 cal AD
Poz - 1958	119	2200 $\pm$ 40	382-174 cal BC

**Tabla 19-** Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Narses Mortes Nord-Ouest.



**Fig. 38-** Modelo cronológico y litozonas de Narses Mortes Nord-Ouest.

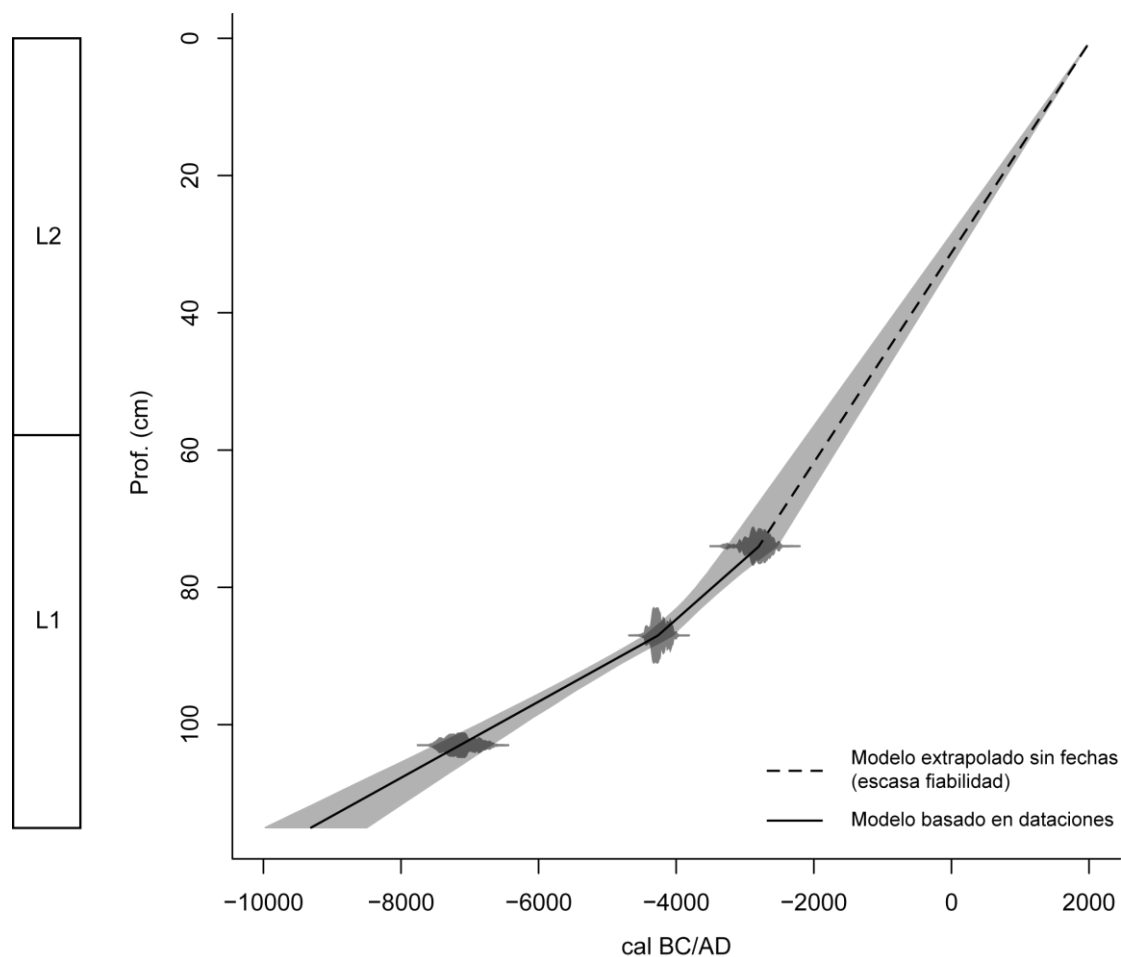
#### 6.6.2 Narses Mortes II (Beaulieu, 1974).

Se dispone de un total de tres dataciones para esta secuencia que muestran un inicio en ca. 9900-8400 cal BC (Tabla 20). Sin embargo no hay dataciones para la mitad superior de la secuencia con posterioridad a ca. 3101-2486 cal BC, por lo que a partir de 75-78 cm el modelo pierde fiabilidad y se ha representado con línea discontinua (Fig. 39).

Ref. laboratorio	Profundidad (cm)	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a 2 $\sigma$ (cal BC/AD)
Lv-596	75-78	4230 $\pm$ 110	3101-2486 cal BC
Lv-597	85-90	5430 $\pm$ 90	4449-4047 cal BC

Lv-598	102-107	8150 ± 150	7500-6697 cal BC
--------	---------	------------	------------------

**Tabla 20-** Dataciones radiocarbónicas realizadas en la secuencia de Narses Mortes II.



**Fig. 39-** Modelo cronológico y litozonas de Narses Mortes II.

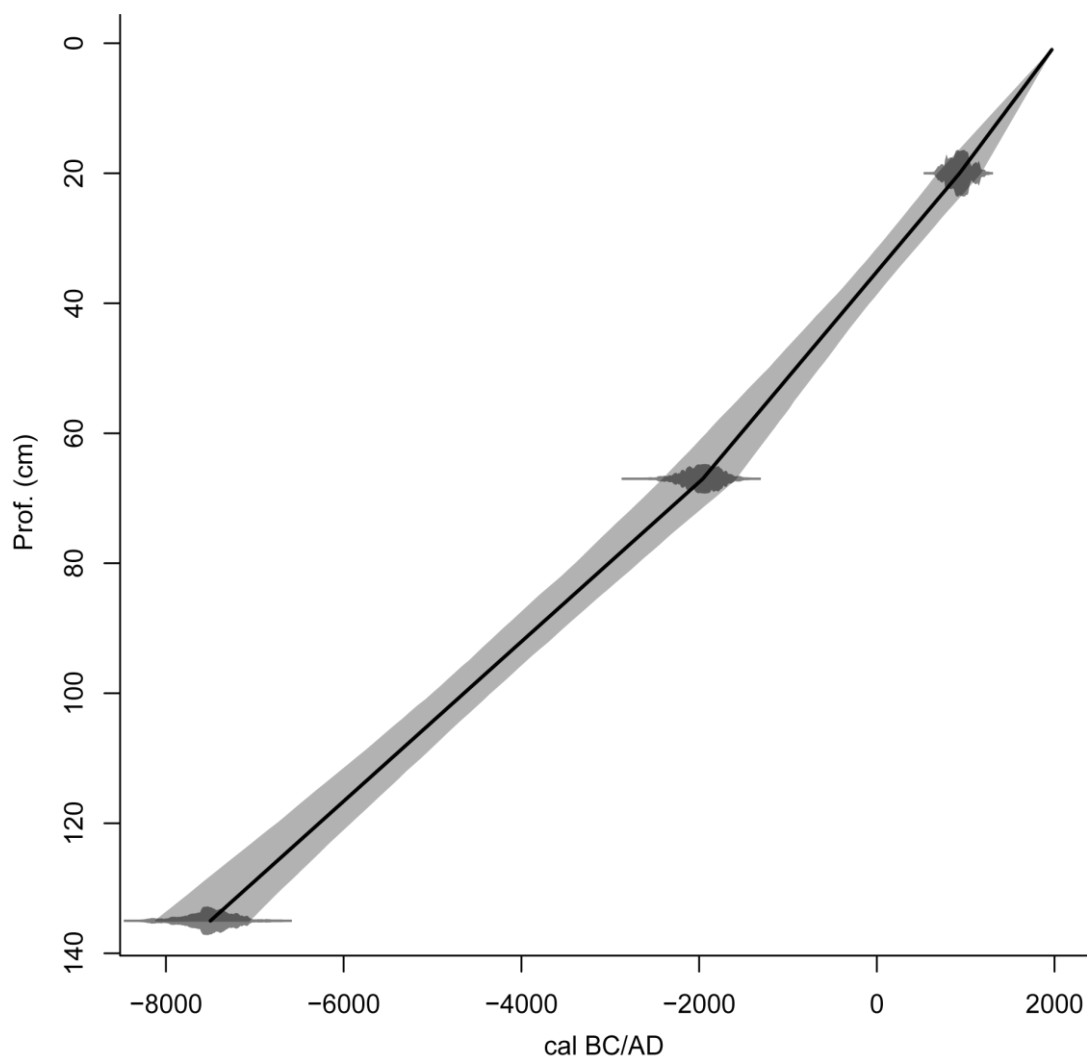
### 6.6.3 Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972).

Se dispone de tres dataciones para esta secuencia que sitúan su inicio en ca. 8100-7500 cal BC (Tabla 21). La tasa de acumulación sedimentaria es bastante continua oscilando entre 0,12 mm/año y 0,18 mm/año. El modelo cronológico se presenta en la figura 40.



Ref. laboratorio	Profundidad (cm)	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a 2 $\sigma$ (cal BC/AD)
Lv-514	20	1090 $\pm$ 110	687-1160 cal AD
Lv-515	65-70	3590 $\pm$ 140	2346-1607 cal BC
Lv-516	135	8460 $\pm$ 190	7992-7046 cal BC

**Tabla 21-**Dataciones radiocarbónicas realizadas en la secuencia de Laubies.



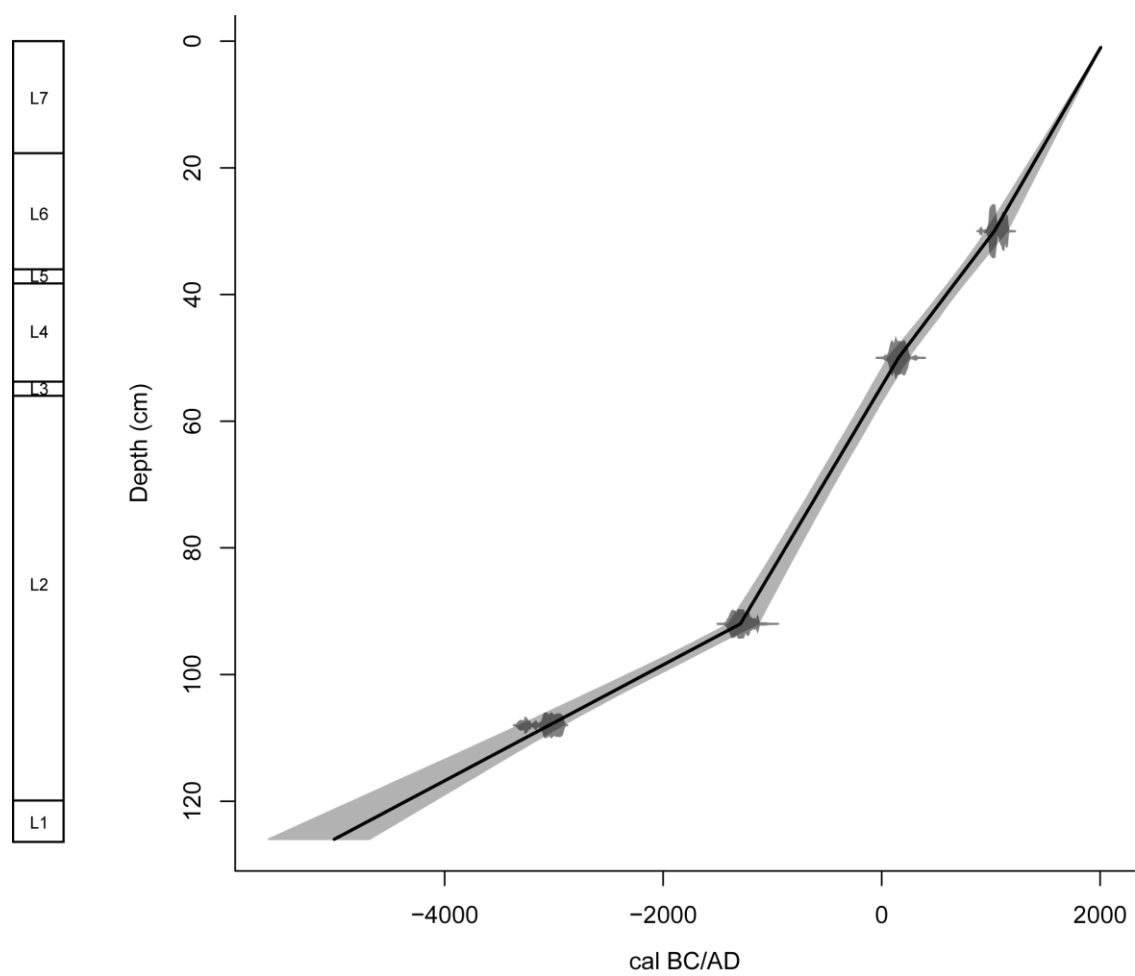
**Fig. 40-** Modelo cronológico de la secuencia de Laubies.

#### 6.6.4 Le Peschio (Pulido, 2006).

Esta secuencia cuenta con un total de cuatro dataciones radiocarbónicas que sitúan el inicio de la turbificación en ca. 5600-5100 cal BC (tabla 22). La tasa de acumulación sedimentaria se acelera en torno a 92 cm pasando de 0,09 mm/año a 0,29 mm/año. El modelo cronológico y las litozonas se presentan en la figura 41.

Ref. laboratorio	Profundidad (cm)	Edad convencional (años BP)	Fecha calibrada a 2 $\sigma$ (cal BC/AD)
Lyon-2474 (Poz)	30	1000 $\pm$ 40	975-1155 cal AD
Lyon-2475 (Poz)	50	1860 $\pm$ 45	53-253 cal AD
Lyon-2476 (Poz)	92	3030 $\pm$ 50	1411-1152 cal BC
Lyon-2477 (Poz)	108	4405 $\pm$ 50	3123-2907 cal BC

**Tabla 22-** Dataciones radiocarbónicas AMS realizadas en la secuencia de Le Peschio.



**Fig. 41-** Modelo cronológico y litozonas de la secuencia de Le Peschio.



## 7 DISCUSIÓN



### 7.1 Evolución de la vegetación en el Mont Lozère del Atlántico al Suboreal (Fig. A.25, A.26, A.27, A.28, A.29, A.30, A.31 y A.32).

Entre ca. 6000 y 4000 cal BC, los sectores de montaña del Mont Lozère constituyen un medio eminentemente forestado con un dominio del robledal diversificado, característico del periodo Atlántico en el Macizo Central (Beaulieu *et al.*, 1988), con un predominio de *Quercus* caducifolio acompañado de otros árboles mesófilos como son *Ulmus*, *Tilia* y *Fraxinus* (PAZ A1, A2a, A2b, A2c, V1 y Fase 1 Peschio) (Figs. A.28, A.30 y A.31). Los altos valores de *Quercus* caducifolio permiten sugerir su extensión en todas las franjas altitudinales estudiadas, desde ca. 1150 hasta ca. 1550 m s.n.m. Esta configuración forestal del macizo viene confirmada por los datos antracológicos en Mas Camargues (1340 m s.n.m.), situado en el extremo sureste del Mont Lozère, que indican que las formaciones de *Quercus* caducifolio alcanzaron como mínimo esta cota altitudinal superior en torno a ca. 5680-5500 cal BC (Allée, 2003).

La base de la secuencia de Amourous (ca. 6050-5950 cal BC) muestra que la expansión de *Tilia* y *Ulmus* ya ha tenido lugar durante el Atlántico Antiguo (Fig. A.28). En este sentido, la secuencia de Narses Mortes evidencia una primera expansión de *Tilia* ligeramente posterior a ca. 7500-6697 cal BC (Beaulieu, 1974), coincidente con los datos obtenidos en regiones vecinas como el Aubrac donde las primeras presencias de *Tilia* se producen entre ca. 7300 y 6820 cal BC y donde el desarrollo de una curva continua de este taxón tiene lugar en ca. 6150-5650 cal BC (Faure, 2012; Beaulieu *et al.*, 1985). En el sur del Cantal, la curva continua de *Tilia* se inicia en ca. 7100-6750 (secuencia de Peyre: Surmely *et al.*, 2009) mientras que en el norte de este macizo es entre ca. 6645-6065 cal BC (secuencia de La Taphanel: Beaulieu *et al.*, 1982; Juvigné *et al.*, 1988).

En el Mont Lozère, *Fraxinus* se encuentra en plena expansión (presentando ya una curva continua) a partir de ca. 5600-5400 cal BC, fecha que es coincidente con los datos del Aubrac donde el inicio de esta curva continua se fecha en torno a ca. 5500-5400 cal BC (Faure, 2012). *Fraxinus* pudo ocupar las zonas próximas a cursos de agua y desarrollarse sobre suelos más

húmedos. Sin embargo, *Fraxinus*, *Tilia* y *Ulmus* tienen muy escasa representación en el Mont Lozère como había sido ya sugerido en estudios anteriores (Pulido, 2006; Beaulieu & Pons, 1979; Reille, 1988, 1990) y como sucede también en el Aubrac (Faure, 2012), Montagne Noire (Beaulieu, 1974) y Monts de Lacaune (Beaulieu & Evin, 1972). Por otra parte, las presencias puntuales de *Fagus* y *Abies* desde ca. 5550-5100 cal BC en las secuencias de Amourous y Veyssièrre serían indicativas del proceso de dispersión y difusión de estos taxones. En este sentido, se ha apuntado que el proceso de difusión de *Fagus* sería indicativo del acercamiento de núcleos de hayas provenientes de las zonas de refugio que había ocupado durante el período glacial (Pons, 1987). Se han propuesto principalmente dos áreas de origen de estas poblaciones relictuales, una en el valle del Ródano (Delhon & Thiébault, 2005) y otra en los valles adyacentes del Macizo Central cerca de cursos de agua que discurren hacia el Atlántico (Beaulieu *et al.*, 1988; Faure, 2012).

A partir de ca. 4300-4000 cal BC tiene lugar un cambio vegetal que se caracteriza por la retracción del robledal diversificado, con reducción de los valores de *Quercus* caducifolio, *Ulmus* y *Tilia*, y la progresiva expansión del haya con una reducida representación de abetos (PAZ A3a y V2) (Fig. A.25, A.26, A.30 y A.31). En concreto, la instalación de *Fagus* (curva ascendente con valores ca. 3-5%) se fecha entre ca. 4150 y 3950 cal BC en Amourous y entre ca. 4300 y 4000 cal BC en Veyssièrre. En las vecinas secuencias de Narses Mortes (Beaulieu, 1974) y Peschio (Pulido, 2006), esta expansión se produce entre ca. 4200 y 4050 cal BC y entre ca. 4100 y 3800 cal BC respectivamente. Sin embargo, la secuencia de Peschio (Pulido, 2006) no cuenta con una datación en la base por lo que la extrapolación de fechas puede aportar cronologías menos precisas. Sin embargo, este conjunto coherente de fechas apunta a un periodo entre ca. 4300-3800 cal BC para la extensión de *Fagus* en el macizo, aunque las nuevas secuencias obtenidas permiten precisar la cronología de este cambio forestal entre ca. 4300 y 3950 cal BC. La expansión de *Fagus* en el Mont Lozère se asemeja a las cronologías obtenidas en el Aubrac cuyo inicio se precisa en ca. 4500-4300 cal BC (Faure, 2012) y es más precoz que en otros sectores del Macizo Central (v. gr., Beaulieu *et al.*, 1998; Surmely *et al.*, 2009; Miras, 2004; Miras *et al.*, 2011; Miras *et al.*, 2013).

El hecho que los valores de *Fagus* crezcan más rápidamente en Veyssièrre entre ca. 4300-3300 cal BC sugiere una mayor y más rápida infiltración de *Fagus* en las zonas de piedemonte y



vertientes intermedias que podría haber configurado formaciones mixtas de robledal-hayedo. De todos modos, los valores de ca. 3-10% de *Fagus* en la Veyssière no son representativos de una formación densa de hayedo (Faure, 2012; Miras, 2009; Beaulieu & Pons, 1979) sino que más bien serían indicativos de una progresiva penetración de *Fagus* en el seno del robledal. Los estudios de referencial actual en Millevaches y en el Mont Dore han mostrado una sobrerrepresentación de *Quercus* y una menor representación de *Fagus* cuando estos taxones se encuentran asociados (Miras, 2009; Guenet, 1986). Por este motivo se puede considerar que la infiltración del haya en el seno del robledal a partir de ca. 4300-3950 cal BC podría haber dado lugar a formaciones de robledal-hayedo, en el seno de las cuales el haya iría ganando terreno al roble.

A partir de ca. 3100-3000 cal BC, los valores de *Fagus* se incrementan en altitud (>10%), en detrimento del robledal, según muestran las secuencias de Amourous y Peschio (Pulido, 2006) indicando una mayor presencia del hayedo en los sectores de altitud (mitad de la PAZ A3b). La aparición por primera vez de grumos polínicos de *Fagus* en la secuencia de Amourous a ca. 2550-2450 cal BC permite apuntar que la haya ya alcanzaría determinados sectores de las cumbres del Mont Lozère a cotas cercanas a los 1550 m s.n.m a mitad del III milenio cal BC. Estas evidencias coinciden con los resultados pedoantracológicos que ponen de manifiesto la existencia de carbones de haya a 1670 m. s.n.m. a partir de ca. 2575-2475 cal BC (Bal-Serin *et al.*, en prensa). Estos datos permiten sugerir que el momento terminal del Neolítico Final el hayedo habría ocupado ya los sectores de mayor altitud del macizo. Sin embargo, los valores relativamente bajos de PA/T (ca. 40-50%) y altos de Poaceae (ca. 25-40%) durante el Neolítico Final en la secuencia de Amourous son indicativos de un medio semiabierto con presencia de espacios ocupados por vegetación herbácea en altitud (Faure, 2012), por lo que el hayedo no habría constituido masas forestales densas y continuas.

La expansión de *Fagus* coincide con un cambio climático hacia condiciones más frías y húmedas iniciado hacia ca. 3600-3300 cal BC (Magny *et al.*, 2006), como lo sugieren la menor irradiación solar (Stuiver *et al.*, 1998), la subida de niveles lacustres en lagos del centro y sur del occidente europeo (Magny, 1999, 2004; Magny *et al.*, 2007), los avances en los glaciares del Pirineos y Alpes (Gellatly *et al.* 1992; Haas *et al.* 1998) así como otros *proxies* paleoclimáticos a escala hemisférica (Marcott *et al.*, 2013; Steinhilber *et al.* 2009). Estas nuevas condiciones

climáticas frescas y húmedas habrían favorecido la instalación del hayedo (Beaulieu *et al.*, 2006; Magri, 2008) si bien las actividades humanas podrían haber favorecido y/o condicionado su expansión (v.gr., Küster 1997, Court-Picon, 2007) (Fig. A.25).

En el Mont Lozère, la expansión de *Abies* tiene lugar de manera paralela a *Fagus*, a diferencia de lo que ocurre en otros sectores como el Velay (Beaulieu *et al.*, 1984) o la Margeride (Reille 1987, 1990) y traduciendo la infiltración simultanea de estos árboles dentro del robledal. La baja representación del polen de abeto en los diagramas del Mont Lozère coincide con diagramas polínicos del flanco sureste del Macizo Central como la Margeride (Reille 1987, 1990; Reille *et al.*, 1985), el Aubrac (Beaulieu *et al.*, 1985; Faure, 2012; Reille *et al.*, 1988) o Monts de l'Espinouse (Beaulieu, 1974; Pulido, 2006).

El proceso de expansión de *Fagus* y *Abies* coincide con la difusión de *Alnus* a partir de ca. 4400-4100 cal BC en las secuencias de Amourous y Veyssière. En la vecina secuencia de Narses Mortes, (Beaulieu, 1974) la expansión de *Alnus* tiene lugar en torno a  $4230 \pm 110$  BP (ca. 3101-2486 cal BC), mientras que en Peschio (Pulido, 2006) hacia  $4405 \pm 50$  BP (ca. 3123-2907 cal BC). La expansión de *Alnus* podría estar relacionada con la existencia de formaciones leñosas (alisedas) en torno a las turberas, ligadas a las condiciones de hidromorfía como ha sido sugerido previamente en el Aubrac (Faure, 2012).

A partir de ca. 2000-1600 cal BC, los máximos valores de *Fagus* y la extensión de *Abies* en las secuencias de Amourous, Peschio y Veyssière (PAZ A4a y final de V3b) indican la existencia de formaciones importantes de hayedo con presencia de abeto en el piso montano y sectores culminal. Los valores porcentuales de ca. 25-40% de *Fagus* en Amourous (1550 m s.n.m), Peschio (1370 m s.n.m; Pulido, 2006), Laubies (1400 m s.n.m; Beaulieu & Gilot, 1972), Nassettes (1400 m s.n.m; Reille, 1988, 1990) y Narses Mortes (1400 m s.n.m; Beaulieu, 1974) son netamente más elevados a los valores máximos de ca. 10-15% documentados en Veyssière (1150 m s.n.m.) y sugieren que el hayedo queda principalmente configurado en los sectores de altitud. La presencia recurrente de diversos grupos polínicos de *Fagus* en Amourous refuerza la idea la presencia local de *Fagus* en los sectores de cumbre del macizo ya sea en el seno de formaciones de hayedo-abetal o de hayedo-robledal. Diversos estudios referenciales en zonas de media montaña del Macizo Central han evidenciado que *Fagus*

presenta una buena representación polínica con porcentajes que alcanzan el 40-50% dentro del hayedo (Faure, 2012; Miras, 2009), mientras que valores de entorno al 30% ya podrían sugerir la presencia local de un hayedo, hecho que reforzaría la existencia de un hayedo local en altitud (Faure, 2012; Guenet, 1986). Estos datos confirman la existencia de un hayedo de altitud en el Mont Lozère.

En los sectores de piedemonte, la secuencia de Veyssièrre muestra mayores valores de *Quercus* caducifolio (entre ca. 30-40%) durante el apogeo de *Fagus* lo cual sugiere un predominio del robledal y del robledal-hayedo en estos sectores de menor altitud (Fig. A.30). Sin embargo, los valores relativamente elevados de *Quercus* caducifolio (ca. 20%) en Amourous pueden ser el resultado de una mejor representación polínica de este taxón en los sectores de cumbre puesto que la secuencia tiene un mayor aporte regional debido a los vientos ascendentes (Brugiapaglia *et al.*, 1998). Sin embargo, esta presencia también podría ser interpretada como un cierto mantenimiento de islotes de robledal en cotas de mayor altitud como también lo sugieren los valores de ca. 20-30% documentados en las secuencias de Laubies y Peschio (Pulido, 2006). Sea como fuere, el polen de *Quercus* caducifolio está sobrerrepresentado en los trabajos de lluvia polínica actual y penetra bien en todo tipo de medios (Guenet, 1986; Faure, 2012; Miras, 2009), aunque su valor de ruido de fondo se establece entre ca. 5-10% en la zona de media montaña de Millevaches (Miras, 2009). De todo ello, se puede proponer que probablemente existan núcleos de hayedo-robledal durante el Bronce Medio y Final en el seno de un hayedo cada vez más predominante.

El incremento de los valores de *Abies* se documenta únicamente en la secuencia de Amourous, donde alcanza valores del 4%. Estos datos, sugieren que el abeto debía ocupar las cotas superiores del Mont Lozère lo cual es coherente con valores de ca. 5% documentados en Narses Mortes (Beaulieu, 1974) y Peschio (Pulido, 2006). En este sentido, aunque la producción polínica de este taxón es considerable, su capacidad de dispersión es baja (Mazier *et al.*, 2008; Sjögren *et al.*, 2008) y la mayoría de granos de polen de *Abies* se deposita a una distancia inferior a 50 metros de la fuente emisora (Poska & Pidek, 2009). Estos valores contrastan con los sectores de menor altitud, donde las secuencias de Laubies (1280 m s.n.m.) y Veyssièrre (1150 s.n.m.) evidencian valores de *Abies* siempre inferiores a 1%. Todo ello

sugiere que el estadio óptimo de abeto se sitúa a cotas superiores a 1300-1400 m s.n.m., donde este taxón se podría haber beneficiado de unas condiciones más frescas y húmedas.

## 7.2 Interacciones socioambientales en el Mont Lozère desde el Neolítico (Fig. de A.26 a A.37).

### 7.2.1 Neolítico Antiguo (ca. 6000-4400 BC). Primer impacto de las actividades agropastorales en los sectores de mayor altitud.

El periodo Neolítico Antiguo está representado en la secuencia de **Amourous** en tres fases diferenciadas (Fig. A.1, A.2 y A.26): a) entre ca. 6050-5400 cal BC (PAZ A1), b) entre ca. 5400-4550 cal BC (PAZ A2a) y c) entre ca. 4550-4400 cal BC (PAZ2b). La primera fase corresponde a un periodo de baja presión pastoral, como lo sugieren la escasa diversidad y los reducidos valores de taxones nitrófilos y ruderales como *Rumex acetosella*-t, *Rumex acetosa*-t, *Artemisia* y *Galium* (Behre, 1981; Faure, 2012; Guenet, 1986; Miras, 2009). Sin embargo, la presencia puntual de hongos coprófilos como *Sordaria*, *Cercophora* y el hongo coprófilo estricto *Sporormiella* indica la presencia de herbívoros en la cercanía de la turbera (Davis & Shaffer, 2006; Baker *et al.*, 2013; Geel *et al.*, 2003) (Fig. A.5).

En un segundo momento, entre ca. 5400-4550 cal BC, la expansión y diversificación de diversos hongos coprófilos tales como *Sordaria*, *Sordariaceae*, *Arnium*, *Arnium imitans*, *Cercophora* y *Coniochaeta* cf. *ligniaria* indican una mayor frecuentación de la turbera por parte de herbívoros (Geel *et al.*, 2003; Ejarque *et al.*, 2011). En esta segunda fase, la presencia de taxones nitrófilos *Rumex acetosella*-t, *Rumex* o *Urtica*-t sugieren la existencia de actividades pastorales de poca entidad en el sector. Además, la presencia de espermatóforos de *Copepoda*, de rotíferos (*Conochilus natans*), turbellarias (*Turbellaria* class infif., *Gyratrix hermaphroditus* y *Micodalyelia armigera*), Tardigrada (*Macrobiotus ambiguus* y *Macrobiotus hufelandi*) y el alga *Pediastrum* indican unas condiciones de mayor humedad en superficie con agua poco profunda y cierta disponibilidad de nutrientes (Patterson *et al.*, 2002; Geel *et al.*, 1980-1981; Wilmshurst *et al.*, 2003; Borromei *et al.*, 2010). En este sentido, el aumento del microfósil HdV-18 puede relacionarse con la existencia de agua estancada en la zona húmeda (López-Merino *et al.*, 2011; Geel, 1978; Mighall *et al.*, 2006), hecho que viene confirmado por la

presencia de taxones higrófitos tales como *Cyperaceae*, *Equisetum*, *Montia fontana* y *Pinguicula*. Este tipo de zonas húmedas podrían haber sido atractivas para los herbívoros y para el ganado cuya presencia explicaría el incremento de esporas coprófilas. En este sentido, si bien los datos arqueológicos son poco concluyentes y se basan en hallazgos puntuales, el descubrimiento de cuatro piezas de utillaje microlítico característico de los estadios iniciales del Neolítico en el Ruisseau du Pesquier (ca. 1400 m s.n.m.) atestiguan la presencia de grupos humanos en altitud (Fages & Paris, 2006).

La tercera fase de Amourous (PAZ A2b), entre ca. 4550-4400 cal BC, corresponde a la primera fase claramente agropastoral en el Mont Lozère. En este sentido, el aumento de taxones nitrófilos y ruderales como *Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*-t, *Rumex*, *Rumex acetosa*-t, *Artemisa* y *Urtica*-t indican un aumento de la presión antrópica sobre el medio. La bajada de los valores de PA/T y de *Quercus caducifolio* paralelamente a una expansión de gramíneas (ca. 30%) sugiere que estas actividades afectan principalmente el robledal y provocan una expansión de herbazales en altitud. El aumento de diversos hongos coprófilos como *Sordariaceae* o *Cercophora* y la presencia de *Arnium imitans*, *Podospora polysporus*, *Apiosordaria verruculosa* y *Coniochaeta* cf. *ligniaria* confirman la existencia de actividades pastorales a nivel local. Por otra parte, el notable incremento de los valores de *Glomus* en este momento indicaría la existencia de procesos erosivos en estos espacios somitales (Anderson *et al.*, 1984; Geel *et al.*, 2003), resultado de la apertura forestal. Las primeras evidencias de *Cerealia*-t se detectan en torno a ca. 4500-4400 cal BC, junto con un aumento del taxón adventicio *Sinapis*-t (Brun, 2010; Court-Picon *et al.*, 2006), y serían indicativas de la existencia de prácticas agrícolas probablemente a menor altitud. Esta evidencia de agricultura neolítica constituye el hallazgo más antiguo con marcos cronológicos fiables de esta práctica en el Mont Lozère y la primera evidencia de un sistema agropastoral.

La secuencia de **Peschio** (Pulido, 2006) en la cara noroeste del macizo se inicia en ca. 5000 cal BC y presenta unos valores de PA/T de ca. 85% siendo característicos de un medio cerrado (Miras, 2009; Faure, 2012; Guenet, 1986). Los bajos valores de apófitos como *Artemisia*, *Chenopodiaceae* y *Galium* indicarían una escasa presión agropastoral en este sector (Fig. A.31). Sin embargo, entre ca. 4500-4300 cal BC, el descenso de los valores en concentración polínica de *Quercus caducifolio*, *Betula* y *Corylus* junto al aumento de *Poaceae* y de la

concentración en macrocarbones sugiere la apertura del robledal mediante quemas. Por otra parte, la secuencia de Narses Mortes (Beaulieu, 1974) muestra entre ca. 4900- 4100 cal BC un notable incremento de *Artemisia* y de Poaceae así como la presencia de *Rumex* coincidiendo con un descenso de PA/T, debido a la fuerte bajada de *Pinus*. Todo ello sugiere una apertura del paisaje debido a un mayor desarrollo agropastoral en este sector.

A menor altitud, en la secuencia de **Veyssi re**, los indicadores de antropización son más débiles y muestran una fase de estabilidad forestal con una ligera expansión del robledal. La presencia esporádica de taxones adventicios y apófitos, como Chenopodiaceae, *Rumex acetosa-t*, *Rumex*, *Bellis-t*, *Artemisia* y *Galium* sugieren una presencia antrópica en el sector, aunque ésta fue sin duda de poca intensidad (Fig. A.20, A.21 y A.30). La presencia de *Botryococcus* (Fig. A.24) podría indicar la presencia de agua estancada con condiciones eutróficas o mesotróficas (Geel, 2001; Kuhry, 1997).

### **Síntesis comparativa.**

Todas estas evidencias sugieren una presión pastoral cada vez mayor en las zonas de cumbre del Mont Lozère durante el Neolítico Antiguo, mientras que las evidencias de actividades pastorales y agrícolas en los sectores de menor altitud son poco evidentes e indican una menor presión pastoral (A.37). Los resultados polínicos y de MNP en Amourous muestran una tímida presencia agropastoral entre ca. 6050-5550 cal BC, que se intensifica a partir de ca. 5400 cal. BC. Es entre ca. 4550-4400 cal BC que tiene lugar una fase de actividades agropastorales que conllevan una neta perturbación forestal del robledal. Las sucesivas contracciones/expansiones del robledal, intercaladas con el incremento de apófitos y otros taxones heliófilos, se encuentra muy probablemente relacionado con la existencia de actividades agropastorales de carácter temporal que pueden interpretarse como un sistema de explotación del medio itinerante de las comunidades neolíticas conocido como *landnam* (Iversen, 1941; Behre, 1988) o como *sistema agrario forestal* (Mazoyer & Roudart, 1997). La contracción del robledal en el mismo periodo en Peschio (Pulido, 2006) y el aumento de la concentración de macrocarbones sería indicativa de este tipo de gestión del medio que

implica quemas que parece haberse llevado a cabo en este sector de la cara norte del Mont Lozère. Se documenta pues un desarrollo más temprano de las prácticas neolíticas en los sectores de mayor altitud (Amourous, 1550 m s.n.m.), que en los sectores de piedemonte de la zona de Veyssièrre (1150 m s.n.m.). En estos sectores altitudinales, la gestión itinerante del medio se centraría probablemente en actividades de pastoralismo, caza, recolección y explotación de recursos forestales, etc. En este sentido la arqueología apunta a que la región del Lozère mantiene pervivencias socioculturales propias del Mesolítico durante el Neolítico Antiguo, con un papel importante de las sociedades cazadoras-recolectoras (Fages, 2007).

En la vecina región del Aubrac, las evidencias de impactos humanos neolíticos se documentan con cierta posterioridad, a partir de ca. 5100-4500 cal BC con el desarrollo de actividades pastorales localizadas, de carácter puntual y posiblemente estacionales que no implican la práctica de la agricultura (Faure, 2012). En el sur del Cantal, las primeras evidencias claras de actividades agropastorales se sitúan entre ca. 5900-5400 cal BC (Surmely *et al.*, 2009). En el Cézaillier, la secuencia de La Borie muestra una fase de *landnam* coincidiendo con la expansión de *Abies* que por extrapolación de fecha de este evento paleobotánico mayor obtenida en Taphanel (Beaulieu *et al.*, 1982), permite situarla en torno a ca. 5050-4363 cal BC (Miras & Guenet, 2013). Por otra parte, las primeras evidencias de pastoralismo, agricultura y clareos del bosque en el Plateau de Millevaches tienen lugar posteriormente, entre ca. 4550-4450 cal BC (Miras *et al.*, 2011). Si bien el proceso de neolitización muestra cronologías dispares tanto en el Macizo Central como en otras zonas de montaña, cabe decir que las primeras evidencias agropastorales en el Mont Lozère son más tardías que en el Cantal pero más tempranas que en el Aubrac. De todos modos, el tipo de gestión itinerante y temporal del medio parece prevalecer en todos los sectores de montaña inclusive el Mont Lozère.



### 7.2.2 Neolítico Medio (ca. 4400-3500 cal BC). Extensión de las actividades agropastorales en altitud y los sectores de piedmonte.

Los datos polínicos de la secuencia de **Amourous** sugieren una fase de menor presión antrópica en los sectores altimontanos entre ca. 4400 y 4100 (PAZ A2c), es decir a principios del Neolítico Medio (Fig. A.1, A.2 y A.26). En efecto, el aumento de árboles pioneros como *Betula* y *Corylus*, junto con la retracción de Poaceae y de taxones nitrófilos y ruderales, sugieren una menor presión antrópica y la recolonización forestal de los espacios afectados por los anteriores episodios agropastorales del Neolítico Antiguo (PAZ A2b). El retroceso de los valores de *Quercus* caducifolio en Amourous durante esta fase (PAZ A2c) contrasta con los valores al alza documentados a menor altitud (Veyssièrè), por lo cual cabe plantearse que las actividades agropastorales afectarían otros espacios de la vertiente en el seno de un sistema de movilidad de prácticas agropastorales, hecho que es coherente con el descenso de los valores de concentración de polínica *Quercus* caducifolio en Peschio (1370 m s.n.m.; Pulido, 2006). En este sentido, en tales tipos de sistema móviles se ha sugerido que el aumento de PA/T y descenso de los apófitos en una determinada secuencia son el reflejo de que las prácticas humanas tienen lugar en otro sector (Sköld *et al.*, 2010). Así pues, la diversificación de los apófitos, el aumento de Poaceae y el aumento de macrocarbones en Peschio (1400 m s.n.m) durante el Neolítico Medio indicaría una mayor presencia pastoral en este sector del noroeste del Mont Lozère (Pulido, 2006), en detrimento de otras zonas.

Sin embargo, durante esta fase de regeneración forestal en la franja altitudinal de Amourous, el aumento de *Sordaria* (Fig. A.5) y la presencia de otros hongos coprófilos indican que se mantiene una frecuentación pastoral en el sector (Geel *et al.*, 2003; Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.* 2013; Ejarque *et al.*, 2011). Además, la presencia de diversos MNP indicadores de eutrofización (turbellarias, HdV-731, espermatoforos de Copepoda, etc.) y de huevos del parásito intestinal *Capillaria* sugieren la frecuentación de la zona por herbívoros (López Sáez *et al.*, 1998; Haas, 1996). Los valores notables de *Glomus* son indicativos de la existencia de procesos erosivos en el sector que podrían asociarse al pisoteo del ganado (Argant *et al.*, 2006; Geel *et al.*, 2003; Marinova & Atanassova, 2006). En este sentido, la

frecuentación pastoral durante fases de regeneración del bosque se han documentado en sectores de piedemonte del Pirineo septentrional central en la secuencia de Cuguron y han sido interpretadas dentro de un sistema de *landnam* (Galop, 2005; Galop *et al.*, 2002).

Entre ca. 4000-3500 cal BC tiene lugar un cambio en la gestión de la montaña, iniciándose una fase de impacto agropastoral tanto en los sectores de mayor altitud como los de piedemonte. En la secuencia de Amourous (PAZ A3a) la marcada caída de *Betula* puede indicar que las actividades humanas pudieron afectar la vegetación forestal local. En este sentido, la presencia de hongos saprófitos o lignícolas (*Byssothecium circinans*, *Brachysporium* y *Chaetomium*) pueden indicar la presencia de restos de madera en descomposición en la turbera que indicarían la presencia próxima del bosque en el entorno inmediato. El aumento de Poaceae y la presencia de apófitos como *Plantago lanceolata*-t, *Rumex acetosa*-t, *Rumex acetosella*-t, *Rumex*, *Polygonum aviculare*-t y *Artemisia*, que incluyen taxones asociados al pastoreo en sectores de montaña europeos (Ejarque *et al.*, 2011; Mazier *et al.*, 2009; Faure, 2012; Miras, 2009; Court-Picon *et al.*, 2006), serían indicativos de la presencia de actividades pastorales en este sector de las cumbres del Mont Lozère. El significativo aumento de *Sordaria* y la presencia del coprófilo estricto *Sporormiella* y diversos hongos coprófilos como *Podospora*, *Cercophora* y *Coniochaeta* cf. *ligniaria* y el endoparásito *Capillaria* ratifican el carácter local de la frecuentación pastoral en el sector de altitud (Davis & Shaffer, 2006; Geel *et al.*, 2003; Ejarque *et al.*, 2011). Si bien *Sordaria* no es un coprófilo estricto ya que también tiene afinidades saprófitas (Baker *et al.*, 2013), son numerosos los trabajos en los que este hongo se relaciona con la presencia de pastoreo (Ejarque *et al.*, 2010; Jouffroy-Bapicot, 2010; Cugny *et al.*, 2010). Además, se ha evidenciado su abundancia en las primeras fases de antropización en registros turbosos de diferentes ámbitos geográficos (Ejarque *et al.*, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2013; López-Merino *et al.*, 2010; Mighall *et al.*, 2006). La presencia de Cerealía-t y *Sinapis*-t sería indicativa de diversas fases de cultivo en sectores de menor altitud.

El aumento de los valores de *Quercus caducifolia* en Amourous (PAZ A3a) revela una cierta regeneración del robledal posterior a la fase de desintensificación de la presión pastoral de 4400-4100 (PAZ A2c). Con todo, el patrón oscilante que muestran los valores de *Quercus caducifolia* sugiere repetidos claros en el robledal, probablemente en las cotas inferiores dado que el descenso de los valores en concentración polínica de *Quercus caducifolia* se

documenta especialmente en la secuencia de Peschio en este mismo periodo. Las sucesivas fases de clareo-regeneración del robledal en Amourous permiten sugerir un periodo de regeneración forestal de 100-150 años durante el cual se permite la regeneración del bosque y que implicaría fases de clareo a pequeña escala.

A menor altitud, en la **Veyssière** tiene lugar un desarrollo de las actividades agropastorales entre ca. 4000-3500cal BC (PAZ V2) como lo sugieren las primeras evidencias de *Cerealia-t*, un aumento de los taxones apófitos, algunos de los cuales como *Plantago lanceolata-t* aparecen por primera vez en la secuencia (Fig. A.20, 21 y 30). Este cambio en la gestión del medio tiene como consecuencia la apertura del robledal como lo sugieren la caída de los valores porcentuales de *Quercus caducifolio*. Esta fase coincide con un aumento de los macrocarbones, lo cual sugiere la presencia y probablemente mayor recurrencia de fuegos a escala local (Carcaillet *et al.*, 2001). Los valores al alza del *influx* de PA, inclusive *Quercus caducifolio*, sugieren cambios en la estructura del bosque ya que según Aaby (1986) estos valores responden positivamente a la actividad antrópica en medios forestados. De hecho este momento corresponde a cambios en la fisionomía local y regional del bosque, dando lugar a la instalación de formaciones de *Alnus* en el seno de la turbera y a una primera expansión de *Fagus* en los sectores de menor altitud. En lo que se refiere al *Fagus* este podría haber aprovechado los nuevos claros creados por las actividades humanas en el seno del bosque de *Quercus caducifolio* para iniciar su expansión en los sectores de menor altitud y poco a poco ir infiltrándose en el robledal (v.gr., Küster, 1997; Court-Picon, 2007).

### **Síntesis comparativa.**

El Neolítico Medio constituye un momento importante en la estructuración de la ocupación y usos de la montaña del Mont Lozère, concretamente entre 4000-3500 cal BC. Durante este periodo tiene lugar la ocupación efectiva de los espacios de cumbre y de piedemonte para el desarrollo de actividades agropastorales (Fig. A.33 y A.37). Uno de los principales cambios es la intensificación de las actividades pastorales en las zonas de piedemonte así como las primeras evidencias de agricultura que indican la existencia de un sistema agropastoral en

estos sectores de menor altitud. En la secuencia de Peschio (1370 m s.n.m.: Pulido, 2006), localizada en la cara norte del Mont Lozère, el aumento de Poaceae y la presencia de diversos taxones apófitos o heliófilos como *Trifolium-t*, *Plantago lanceolata-t* y *Chenopodiaceae* indican también la existencia de actividades pastorales en el sector durante el Neolítico Medio (Fig. A. 31). Asimismo, la presencia de macrocarbones confirma la existencia de fuegos de carácter pastoral a proximidad de la turbera.

Esta fase de reestructuración de los usos en el Mont Lozère que tiene lugar sobre todo a partir de ca. 4100-4000 cal BC se produce en el momento de desarrollo de la cultura *chasséene* que se extiende del arco mediterráneo hacia zonas interiores como el Rouergue o los Causses (Gruat, 2007). Las evidencias arqueológicas para el Mont Lozère se reducen a algunos utillajes microlíticos en las zona de Bondons (1000-1100 m s.n.m.) y Ruisseau du Pesquier (1400 m s.n.m.) (Fages & Paris, 2006). No se disponen de evidencias de hábitat estable ni de enterramientos del Neolítico Medio en el Mont Lozère, lo cual si más no arroja interrogantes sobre la ocupación sedentaria de este sector o si existe cierta movilidad de grupos humanos con los sectores de los Causses. De todos modos, cabe considerar que la casi ausencia de trabajos exhaustivos arqueológicos en el Mont Lozère dificulta la comparación de series arqueológicas y paleoambientales para estos periodos. En este sentido, los grupos *caussenards* se caracterizan por una cierta movilidad dado que sus actividades itinerantes implican probablemente hábitats temporales siguiendo la movilidad de ganados (Costantini, 1984). En este sentido, se documentan hábitats troglodíticos que aprovechan los abrigos de zonas dolomíticas del altiplano de Causses (v.gr., abrigo de Devès de Galy) o en covachas de los valles del Jonte (Fages, 2007). Dada la dificultad de localizar estructuras a cielo abierto elaboradas con materiales perecederos, esta cuestión solo puede resolverse con prospecciones sistemáticas en el sector que estén centradas en el proceso de neolitización de montaña.

En el Aubrac también se ha documentado una fase de desintensificación de la antropización entre ca. 4500-4000 cal BC en varias de las secuencias estudiadas, para ver un incremento de las actividades agropastorales y una acentuación de la presión humana sobre el medio a partir de ca. 4200-4100 (Faure, 2012). En el sur del Cantal, el descenso de *Quercus caducifolia* concomitante a la presencia de de diversos taxones nitrófilos y ruderales como *Plantago*

*lanceolata*-t, *Artemisia* y *Rumex* y el aumento de macrocarbones indicarían una fase de clareo del robledal en relación a las actividades agropastorales (secuencia de Peyre: Surmely *et al.*, 2009). Por otra parte, en la Chaîne des Puys, el descenso de PA/T asociado a un aumento taxones herbáceos, de hongos indican clareos del bosque con un desarrollo del pastoralismo local entre ca. 4000-3600 cal BC (secuencia del Lago de Aydat: Lavrieux *et al.*, 2013; Miras *et al.*, 2013b). Según E. Faure (2012) el Neolítico Medio corresponde a un periodo de expansión de las dinámicas agropastorales en el conjunto del Macizo Central.



### 7.2.3 Neolítico Final (ca. 3500-2400 cal BC). Fase de inflexión en la historia de la antropización del Mont Lozère: marcada expansión de las actividades agropastorales y generalización del uso de quemas.

A partir de ca. 3400-3300 cal BC tiene lugar una intensificación de la ocupación de la montaña por las comunidades humanas en todas las cotas altitudinales. En este sentido, la secuencia de **Amourous** (PAZ A3b) muestra un retroceso de PA/T y una notable extensión de Poaceae que indicaría la apertura del medio y la expansión de herbazales en altitud coincidiendo con la extensión de actividades agropastorales neolíticas (Fig. A.26), posiblemente la primera manifestación de las formaciones herbosas con *Nardus stricta* como había sido sugerido previamente en la secuencia de Nassettes (Reille, 1988). Diversos trabajos sobre referencial actual en formaciones de *Nardus stricta* (Ejarque *et al.*, 2011; Beaulieu & Pons, 1979) han probado una alta correlación entre Poaceae y pastoralismo, que se explica por el hecho de que se trata de una especie menospreciada por el ganado debido a que tanto su palatabilidad como su calidad nutritiva son bajas (Braun-Blanquet, 1948; Aldezabal *et al.*, 2002). De este modo, *Nardus stricta* se beneficia del pastoreo para expandirse, mientras que una menor frecuentación pastoral puede llevar a una dinámica de regeneración de la vegetación con la consiguiente expansión de pequeños arbustos (Bensettiti *et al.*, 2005; Galvánek & Janák, 2008). De todos modos, los trabajos de referencial actual realizado en el Puy de Sancy, en el Mont Dore (Guenet, 1986), han puesto de manifiesto una menor producción polínica de Poaceae en los sectores más altitudinales como es el caso de la zona de Amourous, incluso en formaciones de *Nardus stricta*. En definitiva, se pone de manifiesto la posible correlación entre pastoralismo y los valores polínicos de Poaceae en zonas de predominio de *Nardus stricta*, como son los cervunales de altitud del Mont Lozère.

El aumento y diversificación del cortejo de taxones nitrófilos y ruderales como *Plantago lanceolata*-t, Chenopodiaceae, *Plantago major/media*, *Artemisia*, *Galium* o *Bellis*-t entre ca. 3400-2600 cal BC lo cual indica una mayor presión pastoral en este sector altitudinal (Festi, 2012; Miras, 2009; Faure, 2012; Court-Picon *et al.*, 2006). Además, la extensión de diversos taxones heliófilos como *Cirsium*-t, Cichorioideae o *Potentilla erecta*-t, considerados como indicadores

de pastoreo en diversos sectores de montaña de Europa suroccidental (Ejarque, 2010; Ejarque *et al.*, 2011; Mazier *et al.*, 2009), apoyan este aumento de la presión ganadera. La diversificación de esporas coprófilas que incluyen ahora *Podospora*, *Arniium*, *Arniium imitans*, *Cercophora*, *Apiosordaria verruculosa* y *Coniochaeta* cf. *ligniaria* (Fig. 5), indican la existencia actividades pastorales a nivel local en la zona húmeda (Geel *et al.*, 2003; Baker *et al.*, 2013). Por otra parte, la presencia de turbellarias (*Turbellaria*, *Gyratrix hermaphroditus* y *Microdalyelia armigera*), algas (*Botryococcus* y *Spirogyra*) y HdV-731 apoyan la existencia de una condiciones hídricas ricas en nutrientes en el punto de sondeo que podrían ir ligadas a la presencia de ganado (López Sáez *et al.*, 1998; Bakker & Smeerdijk, 1982; Haas, 1996; Kuhry, 1997).

En esta fase, los datos geoquímicos de la secuencia de Amourous muestran un aumento de los valores de titanio, lo cual sugiere un incremento de los procesos erosivos en la proximidad de la turbera que pueden relacionarse con la desestabilización de suelos como consecuencia de los episodios de fuego, siendo coincidentes con el mayor pico de macrocarbones de toda la secuencia a ca. 3100-3000 cal BC. Estos fuegos tienen por objetivo crear espacios abiertos en altitud en relación con el desarrollo de actividades pastorales. El uso del fuego en relación a actividades agropastorales por las comunidades del Neolítico Final está bien documentado en diversos sectores franceses (Vannière & Martineau, 2005) así como en otras zonas del Macizo Central como el Cantal (Miras *et al.*, 2003; Surmely *et al.*, 2009), la Chaîne des Puys (Miras *et al.*, 2004) y del Causse Méjean (Quilès *et al.*, 2002).

La tendencia significativamente a la baja de *Quercus caducifolio* a partir de ca. 3400-3300 cal BC en Amourous contrasta con los valores al alza de Veyssièrre para el mismo periodo. Estas evoluciones divergentes sugieren que las deforestaciones del robledal tuvieron lugar en los espacios basales de los rellanos altitudinales de la montaña, en torno a 1350-1400 m s.n.m. aproximadamente, hecho que se ve confirmado por el retroceso de los valores de *Quercus caducifolio* en la secuencia de Narses Mortes (Beaulieu, 1974) y en Peschio (Pulido, 2006). El aumento de PA/T (inclusive *Quercus caducifolio*) y PNA en concentración polínica y *pollen influx* en la secuencia de Amourous se debe probablemente a una mejor captación polínica como consecuencia de la mayor apertura del medio (fuerte bajada de PA/T) y la consecuente ampliación del área de captación polínica. La presencia casi continua de *Juniperus* sugiere la



colonización de espacios abiertos antes ocupados por el bosque en los espacios de cumbre. Esto coincide con una primera expansión de *Fagus*, aun con valores bajos (ca. 5%) que no permiten asegurar su localización en las zonas de mayor altitud. El marcado incremento de Poaceae entre ca. 3250-3000 cal BC en Amourous, que alcanza los mayores valores de toda la secuencia (ca. 30-40%), apuntan a una nueva fase de expansión de las formaciones de gramíneas en altitud y apuntarían a la formación de un medio semiabierto en las cumbres del Mont Lozère, hecho reafirmado por los bajos valores de PA/T (ca. 35-40%). En este sentido, cabe tener en cuenta que valores de ca. 35-40% se han considerado como indicativos de medios semiabiertos en trabajos de referencial actual en la región de media montaña de Millevaches, en el Aubrac y el Mont Dore (Miras, 2009; Faure, 2012; Guenet, 1986). Las primeras evidencias de macrocarbones en Amourous serían indicativas del inicio de la práctica de quemas en estos espacios de cumbres del Mont Lozère destinadas a la creación de espacios de pasto. Entre ca. 3000-2800 cal BC (PAZ A3b) tiene lugar una fase de quemas repetidas que coinciden con un descenso de la vegetación arbórea local de la turbera (*Betula*). Por otra parte, el aumento significativo de los valores de Cerealia-t que alcanzan un valor del 2,5% indica la presencia de agricultura a menor altitud.

En los sectores altitudinales de la cara norte, la secuencia de **Peschio** (Pulido, 2006) muestra un descenso de los valores de PA/T y debido principalmente al descenso de los valores de *Quercus caducifolia* (Fig. A.31). El aumento de la suma de apófitos especialmente de Chenopodiaceae y *Artemisia* y las primeras evidencias de *Rumex* sugiere una expansión de las actividades humanas en este sector. Sin embargo, la resolución de análisis en esta secuencia para este periodo no nos permite afinar más este proceso.

Sin embargo, en cotas inferiores, la secuencia de **Veyssièrè** muestra un aumento de los valores porcentuales y en *pollen influx* de *Quercus caducifolia*, *Betula*, *Fagus* y *Abies* entre ca. 3200 y 2600 cal BC, poniendo de manifiesto la expansión de las principales formaciones forestales (Fig. A.20, A.21, A.22 y A.30). La marcada caída de los porcentajes de *Alnus* y el aumento de la concentración y recurrencia de macrocarbones indicarían el clareo de la vegetación leñosa local de la turbera, probablemente en relación con el desarrollo de actividades agropastorales. El ligero aumento de taxones apófitos, principalmente *Plantago lanceolata*-t, *Rumex*, *Artemisia* y *Galium*, junto a diversos taxones heliófilos como *Anthemis*-t o

Cichorioideae indican un aumento de la presión pastoral en el sector. Por otra parte, el aumento de los valores de Poaceae sugiere una expansión de los pastos en estos sectores de piedemonte. La presencia puntual de espermátóforos de *Copepoda* y *Gyratrix hermaphroditus* sugieren la existencia de unas condiciones más ricas en nutrientes en el punto de sondeo (Geel, 1978; Haas, 1996), si bien las condiciones de preservación de los MNP no permiten profundizar en la interpretación de estos restos. Por otra parte, la presencia prácticamente continua de *Cerealia-t* durante todo el periodo de ca. 3100-2500 cal BC indican la generalización de prácticas agrícolas en las zonas de piedemonte durante el Neolítico Final.

### **Causas y proceso de infiltración/expansión de *Fagus* en el bosque montano.**

La reducción de los valores *Quercus* caducifolio *pollen influx* en Amourous y Veyssièrre y de los valores porcentuales de este taxón en Narses Mortes (Beaulieu, 1974) y Peschio (Pulido, 2006) sugieren la deforestación del robledal en todos los sectores altitudinales durante el Neolítico Final. Sin embargo, los robledales se mantienen más frondosos en los sectores de piedemonte como los sugieren los valores más elevados de Veyssièrre (ca. 40%) mientras que los porcentajes son inferiores en Narses Mortes (Beaulieu, 1974), Peschio (Pulido, 2006) y Amourous (ca. a 20%) indicando la existencia de un robledal más clareado en los sectores de mayor altitud. El aumento de los valores de *pollen influx* en nuestras secuencias y los porcentajes de *Fagus* en Amourous, Narses Mortes (Beaulieu, 1974), Peschio (Pulido, 2006) y Veyssièrre apuntan a una fase de expansión del haya en todas las cotas altitudinales en un momento en que se aproxima o alcanza las cumbres del Mont Lozère. Esta expansión de *Fagus* podría estar favorecida por un contexto climático favorable a su desarrollo condicionado por el inicio de la Neoglaciación entre ca. 3600 y ca. 3300 cal BC (Magny *et al.*, 2006). En este sentido, los trabajos paleoclimatológicos muestran una fase de aumento de las precipitaciones y un descenso de las temperaturas hecho que habría favorecido la instalación *Fagus* y *Abies* (Magny, 1999, 2004; Magny *et al.*, 2007; Stuiver *et al.*, 1998; Marcott *et al.*, 2013; Steinhilber *et al.*, 2009) (Fig. A.25).

Sin embargo, los datos obtenidos en el presente estudio permiten apuntar que *Fagus* podría beneficiarse de las zonas clareadas dentro del robledal para infiltrarse e instalarse en el piso montano. El marcado aumento porcentual y de *pollen influx* de *Fagus* documentados en altitud (Amourous) coincidiendo con una fase de incendios entre ca. 3000 y ca. 2800 cal BC apoyan el hecho que el hayedo se ha podido beneficiar de zonas abiertas y/o clareadas dentro de robledal para su instalación. En este sentido, el haya se ve favorecida por los clareos y deforestaciones por la ausencia de competición (Aaby, 1986; Berglund, 1991; Richard, 1995; Küster, 1997) y porque, al tratarse de una especie heliófila, su desarrollo dentro de un contexto forestal denso está vinculado a perturbaciones del medio vegetal ya sea por causas climáticas y/o antrópicas (Iversen, 1973). De todos modos, *Fagus* es tolerante a la sombra en su fase juvenil y sus plántulas pueden proliferar en el sotobosque, en nuestro caso de estudio dentro del robledal (Küster, 1997; Sebastià *et al.*, 2005). Además, su crecimiento es más rápido que la mayoría de especies caducifolias de este piso altitudinal, impidiendo la regeneración de otros árboles como el roble, el olmo o el tilo (Pott, 1992).

La causalidad de la expansión de *Fagus* en Europa ha sido motivo de numerosos estudios e interpretaciones, ya sea por los que abogan por una causalidad climática, antrópica o una conjunción de ambos factores. Esta cuestión ha sido extensamente debatida y no se cuenta con una explicación unívoca (v.gr., Iversen, 1973; Huntley & Birks, 1983; Huntley *et al.*, 1989; Björkman & Bradshaw, 1996; Küster, 1997; Roberts, 1998; Pott, 2000; Delhon & Thiébault, 2005; Tinner & Lotter, 2006; Giesecke *et al.*, 2007, etc.). Mientras algunos autores apuntan a que la antropización ha jugado un papel fundamental en el desarrollo de las poblaciones de *Fagus* (Jalut, 1981; Lagerås, 1996; Küster, 1997; Björkman, 1999; Miras, 2004; López Merino *et al.*, 2008; Court-Picon, 2007; Pèlachs *et al.*, 2009; Galop, 1998; Galop & Jalut, 1994; Bolte *et al.*, 2007), otros autores apuntan a la variación climática como factor determinante (v.gr., Björkman & Bradshaw, 1996; Magri *et al.*, 2006; Magri, 2008; Giesecke *et al.*, 2007; Lindbladh *et al.*, 2008). En el Macizo Central se ha relacionado tradicionalmente la difusión y expansión de *Fagus* con factores de índole climática (v.gr., Pons, 1987; Pons *et al.*, 1987, 1989; Reille *et al.*, 1992), aunque trabajos más recientes han apuntado que las actividades agropastorales y los clareos del bosque, junto a factores climáticos, podrían haber condicionado, o en este caso retardado, su instalación en la zona de Millevaches (Miras, 2004; Miras *et al.*, 2011). En todo

caso, se produce una simultaneidad entre la extensión del hayedo y el inicio y/o aumento de la antropización en la transición Atlántico-Suboreal e inicios del Suboreal en numerosos sectores del Macizo Central (Miras, 2004; Miras *et al.*, 2004; Beaulieu, 1974; Beaulieu & Reille, 1987; Coûteaux, 1978; Reille, 1987; Reille *et al.*, 1985; Beaulieu *et al.*, 1982; Guenet, 1993; Surmely *et al.*, 2009; Faure, 2012). En definitiva, los datos polínicos obtenidos en el Mont Lozère apuntan a una causalidad combinada climática y antrópica en el proceso de expansión de *Fagus*, aunque se pone de manifiesto que los impactos humanos sobre la vegetación, y en especial el uso del fuego, pueden haber amplificado y acelerado su expansión en los claros generados en el seno del robledal.

### **Evidencias mineras neolíticas?**

El estudio geoquímico realizado por R. Julià (2012) en la secuencia de Amourous pone de manifiesto una fase de aumento del contenido en plomo entre ca. 3300 y 2800 cal BC que podría indicar la existencia de actividades mineras en el sector (Fig. A.35). Si bien es difícil determinar el carácter local o regional de esta fase de polución metálica neolítica, cabe señalar que ésta es contemporánea a la fase metalúrgica del Neolítico Final/Calcolítico del antiguo distrito minero de Cabrières-Péret (Hérault), localizado a unos 100 km del Mont Lozère (Ambert *et al.* 1998; Carozza *et al.*, 2010). En efecto, actividades metalúrgicas antiguas se documentan desde ca. 3200 cal BC hasta finales del tercer milenio BC en diversos sectores de montaña franceses tanto a través de estudios geoquímicos como arqueológicos como el Valle de Baïgorry (Galop *et al.*, 2001), el Valle de Aspe (Beyrie & Kammenthaler, 2008), Saint-Véran en los Alpes franceses y Bouco-Payrol en la Montagne Noire (Ambert *et al.* 1998; Carozza *et al.*, 2010). La introducción de la metalurgia en el Mont Lozère durante el Neolítico Final debe ser corroborada a partir de nuevos estudios geoquímicos y arqueológicos en el sector. De todos modos, los datos de los que disponemos en la actualidad parecen apuntar a un cierto desarrollo metalúrgico en el entorno del Mont Lozère que podrían suponer una diversificación en los usos del suelo y de la explotación de recursos en este periodo y que tienen lugar en un contexto de relevantes cambios biogeográficos (instalación del hayedo) y

de la generalización del uso del fuego asociado a la expansión agropastoral en todos los sectores altitudinales.

### **Síntesis comparada.**

En definitiva, los datos paleopolínicos del Mont Lozère ponen de manifiesto un aumento y estabilidad de las actividades agropastorales, según sugiere la presencia discontinua pero recurrente de cereales durante todo el periodo de Neolítico Final (Fig. A.33). Se produce una generalización del uso del fuego tanto en los espacios somitales como en las zonas de piedemonte que podría sugerir un sistema itinerante de roza y quema en el cual el barbecho forestal se acorta y se aceleran las rotaciones, hecho que podría explicar la ocurrencias casi continuas de *Cerealia-t* entre ca. 3000 y 2200 cal BC en Amourous y Veyssièrre. Las oscilaciones de diversos taxones arbóreos pioneros como *Betula*, *Pinus* y *Corylus* pueden ir ligadas a fases de recolonización posteriores a los episodios de clareo agropastorales y posteriores abandonos. Sin embargo, el mantenimiento de un paisaje semiabierto en las cumbres (PA/T de ca. 40-50% en Amourous) sugiere un mantenimiento de la actividad agropastoral durante el Neolítico Final con la permanencia de pastos y herbazales.

El Neolítico Final en el Mont Lozère coincide con un aumento de las evidencias arqueológicas en el sector, principalmente con la generalización de los dólmenes como estructura colectiva de enterramiento, si bien estos se sitúan en las partes calcáreas –Causses y Cham des Bondons– (Costantini, 1984; Beyneix *et al.*, 2001). Este proceso se ha relacionado generalmente con un aumento demográfico que tendría lugar en el marco de la expansión de la Cultura de Treilles que reemplaza a la *chasséen* y que ha influenciado no solo el Mont Lozère sino también la mayor parte del flanco sur del Macizo Central (Fages, 2007; Dedet, 2001; Gruat, 2007; Lemerrier, 2007). Por otra parte, se cuenta con diversos hallazgos de utillaje microlítico del Mont Lozère, principalmente que han sido localizados principalmente en los sectores altitudinales superiores a 1300 m s.n.m. como en los casos de Font Bernard, Roc de Serviès, Sommet de Finiels, Forêt Domaniale des Laubies y Signal des Laubies. Estas evidencias apuntan a una frecuentación de los sectores de altitud del Mont Lozère que se han

puesto en relación con la disponibilidad de caza (presencia de flechas) y también con el desarrollo de actividades pastorales durante el Neolítico Final y Bronce Antiguo (Fages & Paris, 2006). La utilización de *chailles* (sílex jurasico proveniente de los Causses) indicaría una cierta movilidad de los grupos de agropastores que ocupaban la zona del Mont Lozère, mientras que la presencia de piezas características de la cultura de Fontbouisse indican la existencia de contactos culturales con el Hérault y el Gard (Fages & Paris, 2006). En conjunto, los datos arqueológicos disponibles sugieren un aumento de la ocupación humana del territorio en el Mont Lozère en la que tiene lugar una verdadera construcción social del espacio. Estos datos arqueológicos son coherentes con el aumento de la presión sobre el medio y el desarrollo de las actividades agropastorales documentadas con el presente estudio polínico. En este sentido, la mayor ocupación efectiva del territorio se manifiesta a nivel polínico mediante un periodo de estabilidad de las prácticas agropastorales en todos los sectores altitudinales.

Si bien no se disponen de fechas precisas para los menhires del Mont Lozère, parece generalmente aceptada el inicio de su construcción durante el Neolítico (Fages, 2007; Dedet, 2001). También es complejo determinar su funcionalidad, a veces vistos como hitos marcando el territorio o como elementos rituales. Sea como fuere, parece difícil a la luz de los resultados polínicos de Veyssièrre que ponen de manifiesto un robledal denso (*Quercus caducifolia* ca. 40%; PA/T de ca. 80%), no apoyan la interpretación de una visualización de estos elementos y que por tanto fueran elementos visuales de marcación del territorio. Sin embargo, cabe la posibilidad de que tales monumentos se erigieran en zonas de claros dentro del robledal.

El Neolítico Final se muestra así como un punto de inflexión en la gestión de los espacios de montaña en el Mont Lozère, como ya se había apuntado en anteriores estudios anteriores en el Mont Lozère (Pulido, 2006). Un proceso similar ha sido documentado en otros sectores de media y alta montaña europea como el Cantal (Surmely *et al.*, 2009, Aubrac (Faure, 2012), Pirineos (Ejarque, 2010; Galop 1998, 2006), Jura (Gauthier, 2001; Richard, 1995) y Alpes (Brugiapaglia, 1996; Tinner *et al.*, 2003; Court-Picon, 2007; Vorren *et al.*, 1993). En el sur del Cantal y en el Aubrac, el Neolítico Final y el inicio de la Edad del Bronce se consideran una fase de expansión de las actividades agropastorales comportan clareos en el bosque montano

(Surmely *et al.*, 2009; Faure, 2012). Por otra parte, en la Chaîne des Puys se documenta una fase de retroceso del hayedo entre ca. 2900-2600 cal BC que coincide con una expansión de las actividades agropastorales (aumento de Poaceae, IPA y esporas coprófilas) y de los procesos erosivos (aumento de la susceptibilidad magnética) (Lavrieux *et al.*, 2013).

En conclusión, el Neolítico Final constituye una fase clave en la historia del paisaje del Mont Lozère en general y en la extensión de los herbazales de altitud en particular, que coincide con cambios significativos en la estructura del bosque con una cada vez mayor infiltración del haya dentro del robledal. Los datos arqueológicos indican por primera vez la existencia de construcciones durables y de carácter monumental que van ligadas a la construcción de territorios y a la cohesión del grupo social. En términos paisajísticos, estos cambios se traducen en un aumento de la antropización en el Mont Lozère con una intensificación de las actividades agropastorales. Además, los datos geoquímicos apuntan a las posibles primeras evidencias de actividades metalúrgicas en el sector durante el Neolítico Final, hecho que sugiere una diversificación y una mayor complejidad de los usos del suelo y de los recursos naturales.





#### 7.2.4 Transición del Neolítico Final-Edad del Bronce y Bronce Antiguo (ca. 2400-1700 cal BC). Mantenimiento de las actividades agropastorales.

Entre ca. 2400-1700 cal BC, la secuencia de **Amourous** evidencia un aumento de *Artemisia* y la presencia de diversos apófitos como *Plantago lanceolata*-t y *Rumex acetosella*-t junto al incremento de otros indicadores considerados de pastoreo en otras regiones de montaña sur europeas como son Cichorioideae y *Potentilla erecta*-t (Mazier *et al.*, 2009; Ejarque *et al.*, 2011), evidencias que indican el mantenimiento de las actividades pastorales en altitud (Fig. A.1, A.2 y A.26). El aumento de *Sordaria* y la presencia de *Sporormiella* y *Coniochaeta* cf. *lignaria* (Fig. A.5) sugieren la presencia local de ganado en este sector de cumbre del Mont Lozère (Geel *et al.*, 2003; Davis & Shafer, 2006). Además, el incremento de HdV-731 junto a la presencia de *Anabaena*, *Gloeotrichia* y turbelarias (*Turbellaria* indiferenciada, *Gyratrix hermaphroditus*, *Micodalyellia armigera*) muestran unas condiciones de meso- a eutróficas en la turbera (Haas, 1996; Wiel, 1982; Geel *et al.*, 1994; Bakker & Smeerdijk, 1982), hecho que podría ser el resultado de la frecuentación de ganado. La recurrencia de macrocarbones durante el Bronce Antiguo y la presencia del hongo carbonícola *Neurospora* indican la existencia de fuegos en la zona altitudinal de Amourous (Carcaillet *et al.*, 2001; Geel, 2001, Geel & Aptroot, 2006). La presencia puntual de *Cerealia*-t en las secuencias de Amourous y Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972) indicaría la existencia de prácticas agrícolas en zonas de menor altitud.

En la secuencia de **Peschio** (Pulido, 2006), la notable progresión de los valores de *Fagus* (ca. 40%) entre ca. 2200 y 1700 cal BC coinciden con una indicando la expansión del hayedo en estas cotas altitudinales en detrimento del robledal (Fig. A.31). Por otra parte, la presencia de macrocarbones sugiere la existencia de procesos de combustión a proximidad de la turbera. La presencia de diversos indicadores polínicos de antropización como son *Plantago lanceolata*-t, *Plantago major/media*, *Rumex*, *Chenopodiaceae* y *Galium* indicarían la expansión de actividades agropastorales en el sector.

En los sectores de piedemonte, la secuencia de **Veyssi re** muestra una reducción del PA/T, principalmente de *Quercus caducifolio*, concomitante a un aumento de Poaceae entre ca. 2200 y 1800 cal BC, evidencias que sugieren la apertura de claros en el robledal. Sin embargo, la tendencia al alza de *Fagus* en Veyssi re y Amourous indicaría que el hayedo ocuparía efectivamente el piso montano (Pulido, 2006). La presencia de macrocarbones indicaría la existencia de fuegos a proximidad de la turbera de Veyssi re y la presencia de diversos indicadores de antropización como *Plantago lanceolata*-t, *Rumex acetosa*-t, *Rumex*, *Polygonum aviculare*-t o *Galium* traducen la existencia de actividades pastorales en este sector de pie de montaña.

### **Síntesis comparativa.**

Así pues, el Mont Lozère durante la fase terminal del Neolítico Final y el Bronce Antiguo, las secuencias de Amourous, Peschio y Veyssi re mantienen un patrón de prácticas agropastorales en el que las quemadas para la renovación de pastos juegan un cierto papel en la apertura del medio (Fig. A.33). El Bronce Antiguo constituye una fase de expansión de las actividades agropastorales en numerosas zonas del Macizo Central. En efecto, en el Aubrac y el Lévézou este periodo corresponde a una continuidad de la expansión agropastoral del Neolítico Final (Faure, 2012). En el sur del Cantal, el descenso de *Fagus*, el aumento de *Calluna* y la presencia de valores notables de *Plantago lanceolata*-t y Urticaceae muestran un nuevo episodio de deforestación en relación a la expansión de las actividades agropastorales (Surmely *et al.*, 2009). En la Cha ne des Puys, el marcado retroceso de los valores de *Fagus* junto al incremento de Poaceae, IPA y hongos coprófilos indica un periodo de deforestación y expansión de las actividades agropastorales (Miras *et al.*, 2004, 2013; Lavrieux *et al.*, 2013). En otros sectores del Macizo Central también se ha puesto de manifiesto la importancia del Bronce Antiguo en el clareo del bosque durante el proceso de instalación del hayedo como es el caso del Morvan (Jouffroy-Bapicot, 2010), Millevaches (Miras, 2004; Miras *et al.*, 2011), Monts de Lacaune (Pulido, 2006) y los Monts de la Madeleine (Argant & Cubizolle, 2005).

### 7.2.5 Bronce Medio y Bronce Final (1650-800/750 cal BC). Reorganización y posible diversificación de los usos del suelo.

La secuencia de **Amourous** muestra una fase de máxima expansión forestal durante el Bronce Medio y Final (PAZ A4a y primera mitad de A4b) como indica el hecho que los valores de PA/T de ca. 75-80% debido principalmente a la extensión de *Fagus* (ca. 35%) y *Abies* (ca. 5%) (Fig. A.1, A.2 y A.26). Los valores a la baja de Poaceae respecto a la fase precedente muestran esta reducción de los espacios abiertos en altitud que son progresivamente colonizado, probablemente favorecidos por la existencia de unas condiciones climáticas más húmedas (Magny, 2004). El patrón oscilante en los valores de *Fagus* sugiere que el desarrollo de las actividades implicó la apertura de claros en los sectores de cumbre. El retroceso de taxones pioneros y/o heliófilos como *Betula* y *Corylus* durante esta fase pueden ser interpretados como un medio más estable y forestado en el cual domina el hayedo. En este sentido, la casi desaparición de *Glomus* y un aumento del LOI sugieren una mayor estabilidad de las dinámicas de vertiente (Anderson *et al.*, 1984; Geel *et al.*, 2003) favoreciendo un mayor recubrimiento forestal (Fig. A.5 y A.35). Sin embargo, en este contexto de expansión forestal, a partir de inicios del Bronce Medio tiene lugar un incremento de taxones apófitos tales como *Plantago lanceolata-t*, *Rumex acetosa-t* y *Artemisia* que pueden sugerir un mayor impacto humano sobre el medio relacionado con los distintos episodios de clareo del hayedo. Asimismo, la presencia de diversos hongos coprófilos en Amourous como *Sordaria*, *Podospora*, *Gelasinospora* y *Sporormiella* y huevos del endoparásito intestinal *Capillaria* confirman la frecuentación de herbívoros a proximidad de la turbera (Geel & Aptroot, 2006; Geel *et al.*, 2003; Davis & Shaffer, 2006). Además, la presencia de espermatóforos de *Copepoda* y diversos tipos de turbellarias indicaría una subida del nivel trófico de la turbera (López-Sáez *et al.*, 1998; Haas, 1996) y reforzaría este carácter local de las actividades pastorales en la franja altitudinal de Amourous. La presencia puntual de *Cerealia-t* indicaría la existencia de cultivos a menor altitud.

De todos modos, el descenso relativo de los valores de coprófilos, que contrasta con el aumento de los taxones apófitos en esta fase, pueden ser en parte explicados por el inicio de

la ombrofización de la turbera en el punto de sondeo como lo sugieren el aumento de *Sphagnum*, *Calluna* y *Tilletia sphagni*. Además, la presencia simultánea de MNP indicadores de medios secos como *Assulina muscorum*, *Assulina seminulum*, *Microthyrium* o *Arcella discoides* y de indicadores de condiciones húmedas como *Spirogyra* y *Zygnema* indicarían la existencia de una microtopografía irregular en la turbera en la que se alternarían elevaciones y depresiones. Esta elevación de la turbera en el punto de sondeo puede convertirlo en un punto menos apetecible para el ganado y que podría explicar el descenso de de esporas coprófilas que se interpretan por tanto como un descenso local del pastoreo en el punto de sondeo.

La secuencia de **Peschio** a 1370 m s.n.m. (Pulido, 2006) muestra una marcada caída de los valores de *Fagus* de ca. 40 a 10%, hecho que indica una fase de intensa deforestación del hayedo que se inicia en torno a 1700-1600 cal BC y que se prolonga e intensifica hasta ca. 950-750 cal BC (Fig. A.31). En este sentido, la recurrencia de macrocarbones durante todo este periodo sugiere la existencia local de fuegos. El incremento de los valores de Poaceae y de *Pinus* durante el descenso de *Fagus* sugiere la colonización de zonas anteriormente forestadas, por pinos y la extensión de formaciones herbosas rasas en este sector. La presencia de numerosos taxones nitrófilos y ruderales como *Plantago lanceolata*-t, *Plantago major/media*, *Artemisia* o *Rumex* y de diversos taxones herbáceos característicos de medios abiertos como Cichorioideae o *Centaurea nigra*-t indican la extensión de pastos en el sector. Aunque la secuencia de Peschio estudiada por J.-L. de Beaulieu y A. Pons (1979) no cuenta con dataciones, la extrapolación de las dinámicas de *Fagus* documentadas en Amourous y Laubies (Beaulieu & Gilot, 1972) permite ubicar de manera relativa el Bronce Medio y Final puesto que corresponden a la fase de de apogeo de este taxón previa a su retracción del Subatlántico. Esta secuencia muestra oscilaciones manifiestas de la curva de *Fagus* durante la fase de estabilidad de *Fagus* que pueden relacionarse con la presencia de indicadores polínicos de antropización. Si bien en esta secuencia no se documenta un retroceso de *Fagus* tan marcado como en la secuencia estudiada por M. Pulido (Peschio 1), cabe remarcar que la presencia de indicadores de antropización como *Rumex* y *Plantago* se hace especialmente notoria en las muestras precedentes a la deforestación de la Edad del Hierro, sugiriendo un aumento de la antropización durante el Bronce Final en este sector. De todos modos, la

dinámica diferenciada de *Fagus* en Peschio durante el Bronce Final debería ser confirmada mediante una nueva secuencia en este sector.

A menor altitud, el descenso de los niveles de PA/T y las aperturas del robledal entre ca. 1650 y 1500 cal BC en la secuencia de **Veyssièr**e (final de la PAZ V3b) son coincidentes con la reaparición puntual de actividades cerealícolas en los sectores de piedemonte, como lo sugieren la presencia de *Cerealia-t* y de la adventicia *Sinapis-t* (Court-Picon *et al.*, 2006; Brun, 2011; Brun *et al.*, 2007). Además, la presencia de indicadores polínicos de antropización como *Plantago lanceolata-t* y *Rumex* indican la persistencia de actividades pastorales (Fig. A.30). La frecuencia regular de macrocarbones entre ca. 1500-1250 cal BC concomitante a un descenso de las frecuencias polínicas de *Quercus caducifolio* y *Alnus* indican la existencia de incendios, que pudieron provocar la deforestación del robledal en estos sectores así como también de la vegetación leñosa local.

Sin embargo, durante el Bronce Final (ca. 1300-800 cal BC), la expansión de *Betula* en Veyssièr (PAZ V3c) seguido de la recuperación en los valores porcentuales y de *pollen influx* de *Quercus caducifolio*, junto a la desaparición de *Cerealia-t* y la bajada y/o desaparición de la mayoría de apófitos entre ca. 1300-800 cal BC parece indicar una contracción de las actividades agropastorales en los sectores próximos a esta secuencia. Los bajos valores de Poaceae y de apófitos sugieren una menor presión antrópica local aunque se documenta una presencia relativa de actividades pastorales (presencia *Rumex acetosa-t* y *Bellis-t*). En este sentido, la recuperación de *Alnus* sugiere que este declive en las actividades pastorales ocurre también a nivel local permitiendo la regeneración del bosque hidrófilo en el entorno de la turbera.

### **Síntesis comparativa.**

En definitiva el Bronce Medio y Final se evidencia como una fase diversa en el Mont Lozère, en la que se ponen de manifiesto una historia de los usos del suelo en la montaña con evidentes diferencias microregionales (Fig. A.33 y A.37). Así pues, en los sectores de mayor altitud (Amourous), el desarrollo de actividades agropastorales afectan puntualmente el

hayedo durante el Bronce Medio y Final. Estas actividades ocurren en el marco de un contexto eminentemente forestal como lo sugieren los máximos valores de *Fagus* (ca. 40%) y la presencia repetida de grumos polínicos de este taxón, hecho que indicaría la presencia local de un hayedo en altitud. Este ambiente forestal viene corroborado por la presencia de diversos hongos lignófagos y saprofitos característicos de medios forestados como son *Byssothecium circinans*, *Assulina*, *Brachysporium*, *Ustilina deusta* y *Trichocladium* (Diètre *et al.*, 2012; Ejarque *et al.*, 2011; Cugny *et al.*, 2010; Montoya *et al.*, 2010) (Fig. A.5). El incremento de taxones apófitos documentado durante el Bronce Medio y Final en Amourous, junto a la presencia de diversos hongos coprófilos (incluyendo *Sporormiella*) y huevos del endoparásito *Capillaria*, sugieren un aumento de las actividades agropastorales en altitud que ocurren en un contexto particularmente forestal y que se podría haber beneficiado tanto de los claros reducidos para su desarrollo como de la existencia de zonas húmedas atractivas para el ganado.

En las zonas de piedemonte (Veyssièrre) el Bronce Medio constituye una fase de claros en el robledal mediante el uso del fuego con unos usos del suelo agropastorales, mientras que el Bronce Final muestra una menor presión sobre el medio permitiendo la regeneración del robledal y de la aliseda local en este sector. La deforestación definitiva del robledal en Veyssièrre ocurre en una fecha entre ca. 1150-700 cal BC, sin que pueda ser precisada con mayor exactitud debido a la resolución de análisis que permite la secuencia y pese haber realizado un análisis en perfil continuo cada centímetro. Por ello, la deforestación del robledal es tratada en el subcapítulo siguiente (ver subcapítulo de la Edad del Hierro). En cambio, en el sector de Peschio se evidencia una fase de expansión de las actividades agropastorales que afectan de manera prolongada el hayedo durante todo el Bronce Medio y Final. Esta mayor presión antrópica sobre el medio por parte de las comunidades humanas del Bronce se intensifica especialmente durante el Bronce Final, momento en que los valores de *Fagus* caen drásticamente y se expanden los prados de gramíneas. Esta deforestación del hayedo en este sector del noroeste del macizo coincide con un aumento de la presión agropastoral pero también con un aumento de los valores de Pb/Al a partir de ca. 1150-1000 cal BC (Fig. A.35) documentado en el estudio geoquímico realizado en Amourous (Julià, 2012). Estos datos sugieren que la deforestación del bosque montano en el sector de Peschio

podría ser el resultado no solo de los efectos de las actividades agropastorales en el sector sino también del desarrollo de actividades metalúrgicas de las cuales no se dispone de evidencias arqueológicas por el momento. El impacto de las actividades mineras y/o metalúrgicas sobre el bosque durante el Bronce Final ha sido documentado en diversas regiones de montaña francesas como el Morvan (Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2007, 2013) o el Valle de los Aldudes en los Pirineos Occidentales (Galop *et al.* 2001; Monna *et al.*, 2004).

En resumen, el Bronce Medio y Final supone una fase diversa en el Mont Lozère en la que se desarrollan las actividades agropastorales en los sectores altitudinales superiores (Amourous y Peschio), mientras que los sectores de menor altitud parecen registrar un descenso general de la antropización. Las consecuencias de estas actividades sobre la cubierta forestal son desiguales a nivel microespacial y si bien en Amourous tiene lugar un desarrollo agropastoral en un contexto eminentemente forestal, aunque seguramente con espacios clareados, en la cara noroeste del macizo (Peschio) se produce una marcada deforestación del hayedo y hayedo-robleal que culmina en ca. 1000-850 cal BC. Esta deforestación podría estar asociada la presencia de actividades agropastorales en el sector de Peschio pero también al desarrollo de actividades metalúrgicas y/o mineras (Julià, 2012).

Los datos arqueológicos apuntan a un incremento demográfico durante el Bronce Final documentado a partir de la reutilización de monumentos megalíticos del Neolítico Final y la construcción de nuevos túmulos que se localizan únicamente en áreas de substrato calcáreo, especialmente en la mitad suroeste del departamento del Lozère (Fages, 2007, 2012; Dedet, 2001). Los datos arqueológicos disponibles se refieren casi exclusivamente a la región de Grands Causses (v.gr., Constantini *et al.*, 1985; Fages, 2012; Dedet, 2001) y cabe remarcar la ausencia de estos túmulos sobre substrato granítico (Fages, 2012). Se dispone de pocas evidencias arqueológicas de la Edad del Bronce en la zona próxima al Mont Lozère, siendo estos en su mayoría del Bronce Final. Un ejemplo es el túmulo de Freyssinel (Saint-Étienne-du-Valldonez) localizado en la zona noreste del Causse de Sauveterre, donde se documentaron varias inhumaciones. El túmulo fue reutilizado durante la Edad del Hierro I (Dedet, 2001). En la zona de los Bondons, el túmulo de Combes que podría fecharse en el Bronce Final en función de los materiales encontrados (Boutin, 1990; Dedet, 2001). En la

misma zona calcárea, se han documentado cerámicas a mano del Bronce Final dentro de un dolmen construido sobre substrato calcáreo (Fages, 1998; Dedet, 2001). En la zona del altiplano de Bondons (Ispagnac), se documentó un túmulo con restos de diferentes individuos inhumados que podrían tratarse de inhumaciones secundarias (Pauc, 1965) con materiales cerámicos del Bronce Inicial y con reutilizaciones posteriores durante el Hierro I y Hierro II (Dedet, 2001). Se documenta también la construcción de túmulos funerarios como el de Pierre des Trois Paroisses, Les Aires y el de Combes lo cual sugiere la continuidad de la presencia humana en este sector (Boutin, 1984, 1990; Dedet, 2001; Fages 1988, 2012; Trintignac, 2012). De todos modos, la gran mayoría de dataciones de estas estructuras se basan en estudios cronotipológicos de cerámica y arqueometalúrgicos y se evidencia una vez más la falta de dataciones radiocarbónicas en los trabajos arqueológicos de la región (v.gr., Dedet, 2001). Se ponen en evidencia pues ciertas discordancias entre los datos arqueológicos y polínicos que pueden deberse a un cierto sesgo debido a la escasez de datos arqueológicos en los sectores de montaña y de cronologías absolutas en los sectores de menor altitud del Mont Lozère. De todos modos, los datos paleoambientales obtenidos sugieren la existencia de un modelo de gestión de la montaña basado en un pastoralismo en contexto forestal y aprovechamiento de claros en altitud y un cierto abandono de los sectores de piedemonte en la vertiente sur. Este sistema se podría haber completado además con el desarrollo de actividades mineras y/o metalúrgicas.

El Bronce Medio y Final se evidencia también en el Aubrac como un periodo complejo y heterogéneo con variabilidad de ritmos a escala microregional, caracterizado por breves fases de ocupación y gran movilidad de los grupos humanos que tienen escasos efectos sobre la cubierta forestal (Faure, 2012). En el sur del Cantal (secuencia de Peyre, 1100 m s.n.m; Surmely *et al.*, 2009) la contracción de la mayoría de taxones ruderales y nitrófilos concomitante con una expansión del hayedo-abetal pueden indicar una menor presión sobre el medio durante este periodo. En la Chaîne des Puys el Bronce Medio muestra una fase de regeneración forestal en un contexto de menor presión sobre el medio (Lavrieux *et al.*, 2013). También en el macizo del Morvan se observa un declive en las dinámicas de explotación del medio durante el Bronce Medio mientras que el Bronce Final corresponde a una fase de expansión de las actividades metalúrgicas y agropastorales que implican deforestaciones del



bosque montano (Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2013). Por otra parte, el Bronce Medio aparece como un periodo de contracción de las actividades humanas en la zona de Millevaches (Miras, 2004; Miras *et al.*, 2011).

En el macizo del Jura, se ha relacionado el abandono de hábitats lacustres con una degradación climática que tiene lugar durante el Bronce Medio (Gauthier & Richard, 2008, 2009; Richard & Gauthier, 2007). Entre ca. 1900/1800 y 1400/1300 cal BC, tiene lugar un cambio climático en la Europa central y septentrional hacia condiciones más frías y húmedas (Magny, 1992, 1993, 2004 ; Magny *et al.*, 2007; Anderson *et al.*, 1998; Haas *et al.*, 1998; Tinner *et al.*, 2003; Berglund, 2003; Stuiver *et al.*, 1998) que se pone de manifiesto por la subida de los niveles lacustres (Magny & Richoz, 1998; Magny, 2004), un avance de los glaciares alpinos y escandinavos (Rothlisberger, 1986; Nesje *et al.*, 2000) y de un descenso del límite superior del bosque en los Alpes suizos (Haas *et al.*, 1998). Si bien el factor climático puede haber jugado un cierto papel sobre la ocupación de la montaña, no pensamos que este haya conllevado el abandono del sector dado que los datos obtenidos muestran más bien una reorganización territorial de las prácticas humanas como lo sugiere una mayor antropización en el los sectores altitudinales donde los condicionantes climáticos deberían ser más marcados.

En otros sectores montañosos como la cara norte de los Pirineos se pone de manifiesto un aumento de la presión pastoral y una contracción de las actividades agrícolas durante el Bronce Medio y una extensión agropastoral que implica deforestaciones en todas las altitudes durante el Bronce Final (Carozza & Galop, 2008; Galop *et al.*, 2007, 2013). La secuencia de Quinto del Real en el Valle de Baïgorry (Pirineos Atlánticos) muestra una fase metalúrgica en el Bronce Final que implica una deforestación en un contexto de escasa presión agropastoral (Galop *et al.*, 2001; Monna *et al.*, 2004). En los Pirineos surorientales (Valles de Madriu y Perafita) se evidencia una ligera retracción de la presión humana y regeneración del pinar durante el Bronce Medio que concierne principalmente el estadio subalpino y en menor medida el estadio alpino, mientras que durante el Bronce Final se producen deforestaciones significativas (Ejarque, 2010; Ejarque *et al.*, 2010; Miras *et al.*, 2007; Miras *et al.*, 2010).

Se observa pues como el Bronce Medio es globalmente una fase de contracción de las actividades en numerosos sectores de montaña. En el Mont Lozère el caso de Peschio podría ser una secuencia original puesto que muestra una fase de notable apertura del hayedo que se intensificará sobre todo durante el Bronce Final. De todos modos, los sectores de altitud muestran un mantenimiento e incluso desarrollo del agropastoralismo durante este periodo cronocultural, mostrando la alta adaptabilidad de las comunidades humanas a los condicionantes climáticos. Las actividades metalúrgicas documentadas por la geoquímica en la secuencia de Amourous podrían haber jugado un cierto papel en estas deforestaciones localizadas como ha sido también documentado en los Pirineos Atlánticos y el Morvan.

## 7.2.6 Hierro (entre ca. 800 cal BC y s. I cal BC). Deforestación del bosque montano, expansión de las actividades pastorales y metalúrgicas.

En **Amourous**, los valores en torno a ca. 40 % de *Fagus* y los porcentajes más elevados de *Abies* (ca. 5%) junto a la presencia de un grumo polínico de *Abies* indican la localización de un hayedo con presencia de abetos en las cotas superiores del piso montano, dado que los valores de estos dos taxones son netamente inferiores en las secuencias de menor altitud de Veyssièrre y Laubies. Por tanto, se puede apuntar que el abetal se localizaría principalmente en las cotas superiores del macizo, como ya se había puesto de manifiesto durante la Edad de Bronce (*vedi supra*). Los datos antracológicos procedentes del relleno aluvial de Mas Camargues (sureste del Mont Lozère, 1340 m s.n.m.) muestran un espectro ampliamente dominado por *Abies* (47%) con una presencia secundaria de *Fagus* (12%) en una fecha entre ca. 560-350 cal BC, corroborando la evidencia polínica del desarrollo de abetales en cotas superiores a los 1300 m s.n.m (Allée, 2003). Si bien, las formaciones de robledal parecen situarse preferentemente en las cotas bajas donde se sitúa Veyssièrre, los valores de ca. 20% que este taxón alcanza en Amourous así como la presencia de un carbón de *Quercus* en la base de la secuencia de Narses Mortes Bois (Pulido, 2006) sugieren la posibilidad de la presencia de núcleos más o menos amplios de hayedo-robledal en el piso montano. El estudio de referencial actual llevado a cabo en el Mont Dore y del Mont Lozère establece una sobrerrepresentación de *Quercus* estableciendo un valor de ruido de fondo de ca. 6-10% (Guenet, 1986; Beaulieu & Pons, 1979), a la vez que se establece que por una ratio de un roble y nueve hayas se equiparan sus frecuencias polínicas (Guenet, 1986), hecho que apoyaría un cierto mantenimiento de núcleos de robledal en los sectores altitudinales.

Sin embargo, el notable descenso de los valores porcentuales y de *pollen influx* de *Quercus* caducifolio, *Fagus* así como de *pollen influx* de *Abies* en Amourous entre ca. 800-550 indicaría un notable impacto de las comunidades humanas sobre el bosque montano a finales del Hierro I (Fig. A.26). El aumento a finales del Hierro I y sobre todo durante el Hierro II de diversos taxones apófitos como son *Plantago lanceolata*-t, *Chenopodiaceae*, *Rumex acetosa*-t y *Artemisia* indican un desarrollo de las actividades pastorales en el sector. Por otra parte, la

recurrencia y altas concentraciones de macrocarbones durante todo el periodo del Hierro II indican la utilización del fuego en un proceso de deforestación de los espacios de altitud. Del mismo modo, los datos pedoantracológicos indican una fase de incendios fechada en ca. 360-275 cal BC en una fosa localizada a 1670 m s.n.m. (Bal-Serin *et al.*, en prensa). La expansión de los valores de Poaceae en Amourous (alcanzando valores de ca. 25%) indica un nuevo proceso de extensión de las formaciones herbáceas de *Nardus stricta* en los espacios de cumbre del Mont Lozère. En este sentido, la diversificación de taxones heliófilos como Brassicaceae, Cichorioideae, *Stellaria*-t, Scrophulariaceae o *Anthemis*-t sugieren un elenco florístico más rico y diversificado en los espacios abiertos de altitud que sería el resultado de la generación de espacios abiertos para el pastoreo de altitud. Por otra parte, el aumento de *Potentilla erecta*-t puede sugerir una mayor presión pastoral en la zona como se ha apuntado en trabajos de análogos actuales en los Pirineos occidentales donde se considera indicador local de pastoreo (Mazier *et al.* 2006, 2009), así como en los medios pastoreados en turberas degradadas en los Alpes suizos y austriacos (Knaap *et al.*, 2012).

De todos modos, esta fase pastoral en Amourous se caracteriza por la escasez de hongos coprófilos que ahora evidencian tan solo una presencia puntual de *Sporormiella*, *Podospora* y *Coniochaeta* cf. *lignaria* indicando la presencia local de ganado en la turbera (Geel *et al.*, 2003; Davis & Shaffer, 2006) (Fig. A.5). Este descenso en los coprófilos podría ser interpretado en relación a una mayor ombrofización de la turbera en el punto de sondeo, hecho que comportaría que estas formaciones serían menos apetecibles y menos frecuentadas por el ganado. Esta ombrofización está evidenciada por el aumento de *Calluna* y *Sphagnum* junto a la bajada de Cyperaceae. Además, la presencia de los hongos parásitos *Meliola elisii* y *Tilletia sphagni* atestiguan el crecimiento local de esfagnos y brezos (Geel, 1978), mientras que el descenso de *Botryococcus* podría ir relacionado a un medio más seco debido a la ombrofización en el punto de sondeo. El incremento de los valores de titanio a partir de ca. 275-200 cal BC indican la existencia de procesos erosivos en la zona de Amourous que podrían estar relacionados con la deforestación del hayedo en altitud mediante la recurrencia de quemadas (Julià, 2012).

En la vertiente noroeste del Mont Lozère, la secuencia de **Peschio** muestra a partir de ca. 700-600 cal BC la recuperación de los valores porcentuales y de concentración polínica de *Fagus* y

*Quercus caducifolia* y el descenso de Poaceae (Fig. A.31), evidencias de una menor presión sobre el medio en este sector que habría favorecido una cierta recuperación forestal durante la Edad del Hierro. De todos modos, el aumento de los indicadores pastorales documentados en otras secuencias se evidencia también en Peschio con el incremento de los porcentajes de *Plantago lanceolata*-t y de *Rumex* (Pulido, 2006). En cambio, la secuencia de Peschio sí muestra una tendencia a la baja de los valores porcentuales y de concentración polínica de *Fagus* y *Quercus caducifolia* a finales de la Edad del Hierro, en ca. 250-150 cal BC (Pulido, 2006). Estos cambios se corresponden con un aumento de los macrocarbones que podrían indicar la recurrencia de quemaduras en la zona próxima de la turbera. Este proceso de apertura paisajística coincide en esta secuencia con un incremento de Poaceae y *Rumex* y con la presencia de taxones indicadores de antropización como *Plantago lanceolata*-t, *Plantago major/media*, Chenopodiaceae y Urticaceae.

Por otra parte, en la base de la secuencia de **Narses Mortes** (Pulido, 2006), con una edad estimada en ca. 550-450 cal BC, los valores de *Fagus* de ca. 20% son inferiores de los documentados en Narses Mortes Bois (ca. 35%) hacia ca. 790-540 cal BC, indicando que la deforestación se habría producido en la transición entre Hierro I y Hierro II (Fig. A.32). Durante el Hierro II tiene lugar un nuevo descenso de los valores porcentuales de *Fagus*, *Betula* y de concentración polínica de *Quercus* en Narses Mortes indicando la continuidad del proceso de deforestación que podría ir asociado según los autores al desarrollo de actividades metalúrgicas en el sector como lo sugieren los datos geoquímicos de la secuencia de Narses Mortes y en menor medida a las actividades pastorales (Baron *et al.*, 2005; Baron *et al.*, 2010; Pulido, 2006; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2007).

En los sectores de piedemonte, la secuencia de **Veyssi re** muestra unas frecuencias polínicas de *Quercus caducifolia* de ca. 20-25% y de ca. 15% de *Fagus* a inicios de la Edad el Hierro, que ponen de manifiesto la presencia de un robledal y hayedo-robledal clareado en estas zonas de baja altitud. En efecto, durante este periodo tiene lugar un proceso de deforestación que se inicia en ca. 800-550 cal BC y que afecta tanto a la vegetación regional (robledal y hayedo-robledal) como a la vegetación local, como lo sugiere el marcado descenso de los valores de *pollen influx* de *Quercus caducifolia*, *Fagus*, *Betula* y *Alnus*. Este proceso de apertura del medio habría favorecido la extensión de zonas abiertas en el sector de Veyssi re como lo sugieren el

aumento de los valores de Poaceae. Por otra parte, este momento registra en la secuencia de Veyssi re un marcado aumento de los valores de taxones apófitos con el inicio de una curva continua de *Plantago lanceolata*-t y *Rumex acetosa*-t así como la presencia de *Bellis*-t, *Galium*, *Rumex* y *Artemisia* indicando que la actividad pastoral contribuyó a esta apertura del bosque.

### **El impacto de las actividades metalúrgicas galas en el Mont Lozère.**

Sin embargo, a parte del agropastoralismo, este periodo se caracteriza por otra actividad humana que podría haber contribuido a la apertura del medio como es la metalurgia. En este sentido, los datos geoquímicos de Amourous ponen de manifiesto un marcado incremento de Pb/Al a partir de ca. 950-750 cal BC y se mantiene durante toda la Edad del Hierro (Fig. A.35), lo cual indicaría la continuidad de las actividades metalúrgicas y/o mineras en el sector ya iniciadas durante el Bronce Final (Julià, 2012). Esta cronología es similar a la obtenida en el estudio geoquímicos realizado en el Valle de los Aldudes en el País Vasco franc s (secuencia de Quinto del Real: Galop *et al.*, 2001, 2002; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2007) o en el Alto Morvan (secuencia de Grand-Montarnu: Jouffroy-Bapicot, 2010). En el Mont Lozère, los datos arqueológicos de una mina a cielo abierto en el filón de Devois (noreste de Ispagnac, 1050 m s.n.m.) apuntan a una actividad metalúrgica gala fechada claramente entre s. II cal BC y el s. I AD (Cauuet *et al.*, 2011, 2012), coincidiendo por tanto con el máximo de contaminación metálica de toda la secuencia de Amourous. Del mismo modo, el incremento de Pb/Al así como el descenso en la ratio 206Pb/204Pb en la secuencia de Narses Mortes evidencian una actividad metalúrgica que se iniciaría en ca. 250 cal BC (Baron *et al.*, 2005). Otra mina que podría haber sido explotada durante el periodo de La T ne sería la de Coudenasses (Cubières), ya que dentro de ella se encontró un cuenco de cerámica carenado característico de La T ne Final (Trintignac, 2012). Durante el Hierro II se constata también la primera evidencia de carboneo en el Mont Lozère relacionado probablemente con la actividad metalúrgica. En concreto, el análisis antracológico de una carbonera localizada en el sector de Samouse en la vertiente noroeste del Mont Lozère (1445 m s.n.m.) ha ofrecido un espectro florístico diversificado. El nivel de mayor profundidad fechado en ca. 356-112 cal BC se caracteriza por un 76 % de *Fagus*, 21% de *Prunus* y la presencia de *Betula*, *Fraxinus* y

*Sorbus*, mientras que el nivel de superficie, datado en ca. 351-60 cal BC, se compone de 84% de *Fagus*, 14% de *Prunus* y la presencia de *Betula* y de *Fraxinus* (Paradis-Grenouillet, 2012). Este conjunto de evidencias pone de manifiesto el peso de las actividades mineras extractivas y de explotación económica del bosque durante el Hierro II. Esto debe ponerse en relación con la referencia de Estrabón (IV, 2.2) en la que evocaba la plata los gabales, hecho que pondría de manifiesto la importancia de esta actividad metalúrgica para la economía prerromana. La utilización de la técnica de “*abattage par le feu*” en las minas de Devois y la metalurgia del plomo argentífero habrían sido grandes consumidores de madera (B. Cauuet, comunicación personal), pudiendo haber contribuido fuertemente a la deforestación del bosque montano. Esto se ve reforzado por el hecho que el análisis antracológico de la mina gala muestra un espectro formado casi exclusivamente por carbones de *Fagus*, excepto algún fragmento de *Quercus* (Paradis-Grenouillet, trabajo en curso). Este hecho probablemente puede relacionarse con la explotación del hayedo o un hayedo-robleal instalado a nivel local a proximidad de la mina (1050 m s.n.m.), en el piso montano inferior. De todos modos parece evidente una selección de la madera utilizada en la mina, hecho que contrasta con el estudio antracológico de la carbonera de Samouse donde el espectro florístico es más diversificado (Paradis-Grenouillet, 2012; Paradis-Grenouillet *et al.*, en prensa).

### **La ocupación humana durante la Edad del Hierro.**

Por otra parte, los datos arqueológicos ponen de manifiesto un aumento demográfico en la zona del Mont Lozère durante el Hierro I, como en la región de Grands Causses (Dedet, 2001; Fages, 2012). En este sentido, debemos destacar la existencia de numerosos túmulos funerarios en cotas bajas datados entre ca. 750-600 cal BC, como los de Combes, Cham des Bondons o el de Caousou Viel, este último situado a 500 m al suroeste de la turbera de Veyssière (Fages, 1987, 2012; Dedet, 2001). En la misma zona de Veyssière se ha localizado un hábitat a cielo abierto y un fondo de cabaña también del Hierro I que podría corresponderse a un campamento estival ligado al pastoralismo (Fages, 1988). También se han documentado reutilizaciones de dólmenes neolíticos (v.gr., dolmen de Combes: Fages,

1988; Dedet, 2001; Trintignac, 2012) o de túmulos pertenecientes a la Edad del Bronce (v.gr., yacimiento de Trois Paroises, Bondons: Boutin, 1990; Dedet, 2001).

En lo que se refiere al hábitat, debemos destacar el posible *oppidum* de Eschino d'Aze (comuna de Bondons), situado en el centro de una zona rica en recursos mineros de plomo argentífero. Basándose en el esquema de organización de otros pueblos prerromanos como los *lemovices*, este *oppidum* podría haber ejercido como centro de poder, de control de los recursos y de los intercambios, controlando las principales vías de comunicación, redistribución y artesanado (Cauuet *et al.*, 2010; Fages, 1988). Los materiales documentados (ánforas itálicas Dressel 1, cerámica de imitación de campaniana C y cerámicas comunas a torno) en este yacimiento sugieren una utilización durante el periodo de La Tène final y principios de época galo-romana, si bien es verdad que en la misma zona se han encontrado evidencias de una posible fortificación del Hierro I (Vernhet, 1971; Fages, 1988). Algunos hallazgos dispersos podrían atestiguar la intensidad de los intercambios comerciales de la región, como es el caso de la presencia de numerosas monedas griegas (300-50 BC) y arvernes (Trintignac, 2012). Otro posible *oppidum* sería el de Tras de la Gleize (1154 m s.n.m.) situado al este del Cham des Bondons y sobre el cual se habrían documentado vestigios de fortificaciones pero tampoco se dispone de elementos de datación (Fages, 1988). El conjunto de datos paleoambientales y arqueológicos indica un aumento de la presión antrópica sobre el medio, con un mayor control territorial (*oppida*) que podría implicar una más intensa explotación de los recursos, principalmente minero-metalúrgicos y pastorales.

### **Síntesis comparativa.**

La Edad del Hierro constituye una fase clave en la configuración paisajística del Mont Lozère, implicando un proceso de deforestaciones en los sectores altitudinales y de piedemonte que se mantienen durante todo el periodo. Ello supone una ruptura respecto a la fase anterior del Bronce Medio y Final, puesto que se revalorizan los espacios de piedemonte para el desarrollo pastoral, siendo contemporáneo a un aumento de los yacimientos arqueológicos a baja altitud. El proceso de deforestación del bosque montano y colino parece



ir asociado a un incremento de los indicadores polínicos de pastoralismo tanto en los sectores de piedemonte como en los somitales. Sin embargo, los altos contenidos en Pb/Al documentados durante toda la Edad del Hierro sugieren que este proceso de apertura del paisaje podría estar también ligado al desarrollo de actividades metalúrgicas *gabales* y la explotación del bosque como indica el estudio antracológico de carboneras. Los datos arqueológicos muestran la existencia de una sociedad más compleja en términos de organización territorial y de usos del suelo que implica un aumento demográfico en el sector y una diversificación de las actividades humanas en el territorio: actividades rituales (principalmente construcción de túmulos), ganadería, minería/metalurgia y redes de intercambios comerciales (diversidad de materiales exógenos) que podrían indicar la movilidad de recursos a escala regional.

El proceso de deforestación del bosque montano tiene lugar en diferentes cronologías en el Macizo Central con fechas que van desde la protohistoria hasta el periodo galorromano. En Aubrac y Lévezou parece ser que la deforestación del hayedo tiene lugar entre ca. 800/700-500 cal BC, siendo coincidente el proceso con la presencia de cereales y el aumento de diversos apófitos y la presencia de hongos coprófilos (Faure, 2012), siendo coherente con los datos obtenidos en el Mont Lozère. En los Monts de l'Espinouse el inicio de la deforestación del hayedo presenta también una cronología similar a la de nuestro sector, iniciándose entre ca. 600-400 cal BC en la turbera de La Lande y coincidiendo con una extensión de Poaceae, de Cerealia-t y con un aumento de los macrocarbones (Pulido, 2006). En los Monts de Lacaune, una contracción de *Abies* tiene lugar en ca. 675-300 cal BC coincidiendo con un aumento de *Plantago* (Beaulieu & Evin, 1972). En el sur del Cantal, la secuencia de Peyre muestra clareos del hayedo hacia ca. 500-400 cal BC, y el inicio de la deforestación hacia el cambio de era que culmina en ca. s. III-IV cal AD, coincidiendo con el aumento de indicadores pastorales y en menor medida los cereales así como también con una fase de incendios (Surmely *et al.*, 2009). Por otra parte, en el Plateau de Millevaches, se inician extensas deforestaciones del hayedo y hayedo-robledal en ca. 400-150 cal BC que culminan en época galorromana, coincidiendo con un incremento de los indicadores pastorales y la presencia puntual de cereales (Miras, 2004; Miras *et al.*, 2010b; 2011). Sin embargo, cabe decir que estas deforestaciones de la zona de Millevaches también son contemporáneas a la explotación de minas auríferas en la zona de

Corrèze, Haute Vienne y Dordogne que tiene lugar entre los s. V y I cal BC (Cauuet, 2000). Cronologías similares presenta este proceso en los Monts du Forez y du Livradois, en concreto entre el s. VI-II cal BC (Argant & Cubizolle, 2005). Por otra parte, la deforestación del bosque montano tiene lugar en una fechas más tardías en la Chaîne des Puys y en los Monts de la Madeleine donde se fechan en la transición entre La Tène y el periodo galorromano (Miras *et al.*, 2004; Cubizolle *et al.*, 2004). De todos modos, cabe decir que existe una variabilidad regional manifiesta y que este proceso no es siempre contemporáneo dentro de una misma región. Tal es el caso del Morvan, donde se documenta un retroceso del hayedo durante el Hierro I en las secuencias de Montbé y Nataloup, mientras que no será hasta el Hierro II cuando las deforestaciones se amplifiquen y generalicen al conjunto del macizo (Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2013). El Hierro I también es una fase de deforestación asociada a la extensión de las actividades agrícolas y/o pastorales en el Llano del Languedoc (secuencias de Capestang: Jalut *et al.*, 2009; Étang de Thau: Court-Picon *et al.*, 2010; Embouchac: Puertas, 1998).

Por lo tanto, la deforestación sistemática del bosque montano en el Mont Lozère muestra características y cronologías similares a las del Aubrac y Monts de l'Espinouse (Faure, 2012; Surmely *et al.*, 2009; Pulido, 2006). Al igual que en estas zonas, el descenso de *Fagus* no supone un retroceso muy notable durante el Hierro, pero sí que marca el inicio de un retroceso progresivo que culminara en el periodo histórico. Así pues, el flanco sureste del Macizo Central constituye un núcleo de fuerte antropización en la Edad del Hierro que afectaran de manera significativa el bosque montano. En definitiva, la combinación de datos arqueológicos y polínicos en el Mont Lozère pone de manifiesto una mayor ocupación del espacio por parte de las comunidades protohistóricas de la Edad del Hierro I que implica la generación de un paisaje más abierto en todos los sectores analizados. A partir de este momento las actividades humanas tienen también consecuencias importantes y durables sobre el medio en los sectores de menor altitud, suponiendo un cambio en el tipo de gestión en la montaña en su conjunto respecto a los periodos precedentes.

### 7.2.7 Periodo galorromano (de ca. s. I cal BC a s. V cal AD): continuidad de la metalurgia durante el Alto Imperio y reorientación agropastoral en el Bajo Imperio.

En **Amourous**, el inicio de la época galorromana (mitad de la PAZ A5) se caracteriza por una bajada de *Fagus* y de *Abies*, evidenciándose una continuidad o aceleración del proceso de deforestación que había afectado al hayedo y hayedo-abetal durante la Edad del Hierro (Fig. A.26). Las altas concentraciones de macrocarbones durante todo el periodo galorromano, junto a la presencia de *Gelasinospora*, indica la existencia de fuegos locales en la franja altitudinal donde se localiza Amourous (Geel *et al.* 1981; Geel & Aptroot, 2006; Yeloff *et al.*, 2007) y que parecen afectar principalmente el hayedo y el hayedo-abetal. Este proceso de deforestación del hayedo se documenta también en los datos pedoantracológicos que muestran una fase de incendios entre ca. 325-425 cal AD, aunque la presencia de carbones de *Fagus* 1600 m s.n.m. indicarían la presencia local de núcleos de hayedo en los sectores de cumbre del Mont Lozère (Bal-Serin *et al.*, en prensa). El aumento de *Pinus*, *Corylus* y *Betula* en el diagrama polínico durante este periodo sugieren la colonización por especies leñosas pioneras y/o heliófilas de los espacios antes ocupados por el hayedo, mientras que el aumento de Poaceae sugiere una extensión de prados herbáceos en los espacios de. De todos modos, la presencia de grumos polínicos de *Corylus* y *Fagus* indica que estos taxones mantienen su presencia en la proximidad a la turbera.

La secuencia de Amourous muestra un incremento considerable de taxones nitrófilos y ruderales como *Rumex acetosa-t*, Chenopodiaceae, *Plantago lanceolata-t* y *Artemisia* que, junto con la presencia de otros taxones apófitos como *Rumex acetosella-t*, *Urtica*, *Galium* o *Bellis-t*, sugieren un aumento de la presión pastoral en este sector sumital. Por otra parte, el aumento de los valores de *Calluna*, *Salix*, *Potentilla erecta-t*, *Sphagnum* y *Tilletia shagnii* y la presencia de Cyperaceae podría indicar el desarrollo de una turbera elevada (PNC, 2007a; Geel, 1978) (Fig. A.2). La presencia puntual de Cerealia-t y *Castanea* en ca. 200-300 cal AD indica el desarrollo de cultivos de cereal y de castaños en cotas inferiores.

La bajada en los valores de LOI y el aumento de los valores de Ti y de Na/Al en Amourous a partir de ca. 200-300 cal AD indica un aumento del aporte de arcillas en la turbera y, por lo tanto, un aumento de la erosión asociada al proceso de deforestación de los sectores de cumbre (Julià, 2012) (Fig. A.35). Esta fase se insiere en un contexto de fuerte actividad hidrosedimentaria de origen antropoclimático a partir de ca. 200-300 cal AD en el Mont Lozère (Allée, 2003), hecho que coincide con un ascenso de los niveles lacustres documentado en el Jura y en otros lagos centro-europeos entre ca. 150-350 cal AD (Magny, 1999, 2004). Todo ello sugiere que las deforestaciones de los espacios de cumbre cercanos a Amourous debieron favorecer la erosión de suelos, proceso que se podría haber visto amplificado por el aumento de las precipitaciones a partir de ca. 200-300 cal AD.

En la secuencia de **Countrasts** a 1400 m s.n.m. (PAZ C1a), los valores notables de *Fagus* (ca. 20%) y *Abies* (ca. 10%), junto a la presencia de grumos polínicos de estos dos taxones, indican la presencia local de un bosque mixto de hayedo-abetal durante el periodo galorromano (Fig. A.27). Como ya se ha comentado anteriormente, el abeto tiene en el macizo una mayor presencia a mayor altitud, como lo muestran sus mayores valores en las secuencias de Amourous, Countrasts y Narses Mortes (Pulido, 2006), siendo prácticamente ausente en Veyssiére. Esto sugiere que el abeto se localizaría preferentemente en cotas cercanas y superiores a los 1400 m s.n.m. La presencia de grumos polínicos de *Fagus* y *Abies* en estas secuencias junto a los relativamente elevados porcentajes documentados, sugiere que este bosque mixto se localizaría a altitudes superiores a las que ocupa hoy en día (Servera Vives *et al.*, 2013). Los altos porcentajes y la presencia de grumos polínicos de *Betula* indican la existencia de comunidades de abedul instaladas localmente en la turbera. Por otra parte, las frecuencias notables de *Quercus caducifolia* (ca. 10%) en Countrasts y Narses Mortes (Pulido, 2006), indican la presencia del robledal en cotas de menor altitud.

Los bajos valores de indicadores polínicos de pastoreo y de esporas coprófilas entre el s. I-III cal AD (PAZ C1a) en la secuencia de Countrasts indican una escasa presión pastoral en esta zona occidental del macizo. Este hecho podría explicar el predominio de unas condiciones oligotróficas en la turbera como lo sugiere la escasa presencia de oocitos de *Neorhabdocoela*, incluyendo *Turbellaria*, *Gyratrix hermaphroditus* y *Micodalyellia armigera*. La presencia puntual de *Cerealia-t* durante este periodo indica, como sucedía en Amourous, la presencia de

cultivos de cereal en cotas de menor altitud, hecho que está confirmado por la existencia de una curva continua de *Cerealia-t* en los sectores de piedemonte (Veyssière). De igual modo, la presencia puntual de *Castanea* y *Juglans* indicaría su cultivo en cotas inferiores.

Sin embargo, la secuencia de Countrasts muestra un cambio profundo en el proceso de antropización del área entre ca. 250 y 430 cal AD (PAZ C1b), cuando el descenso porcentual y de concentración polínica de *Fagus* sugiere la reducción del hayedo en este momento. Estos clareos del bosque son contemporáneos con el aumento de indicadores locales y regionales de pastoreo como *Plantago lanceolata-t*, *Rumex acetosa-t* o *Urtica-t*. A su vez, el ligero pero progresivo descenso de los valores tanto porcentuales como en concentración polínica de *Betula* indica que estas deforestaciones afectaron parcialmente las comunidades arbóreas locales, principalmente el abedular, proceso que también ha sido documentado en la secuencia de Narses Mortes entre ca. 200-300 cal AD (Pulido, 2006). Coincidiendo con estas deforestaciones, el ligero incremento de hongos coprófilos como *Sordaria*, *Sporormiella* y *Cercophora* en Countrasts sugieren que la turbera empieza a ser frecuentada por el ganado (Blackford & Innes, 2006; Davis & Shafer, 2006; Geel & Aptroot, 2006). El aumento de la frecuentación pastoral en este sector oeste del Mont Lozère pudo inducir un aumento de la erosión entre ca. 400-500 cal AD, como lo indica la ligera reducción de LOI y el aumento de Na/Al y Al, que indica un aumento en los aportes de arcillas en la turbera (Servera Vives *et al.*, 2013), que coincide con un periodo de fuerte actividad hidrosedimentaria de origen antropoclimático en el Mont Lozère (Allée, 2003).

Los estudios arqueológicos llevados a cabo en el marco del proyecto PCR en el sector de Countrasts confirman los datos paleoambientales obtenidos en la turbera. En este sentido, se ha documentado una cabaña pastoral asociada a un gran cercado en la cual se han datado dos niveles de ocupación con fechas de ca. 250-390 cal AD y 340-440 cal AD (Palet *et al.*, 2012). Estos datos refuerzan la idea de un aumento del pastoralismo en este sector entre el s. III y V cal AD.

La secuencia de **Narses Mortes** (1400 m s.n.m.), muestra también una fase de recuperación del las formaciones de hayedo y de abedul a inicios del periodo galorromano (Pulido, 2006). Sin embargo, los valores notables de *Plantago lanceolata-t* pueden indicar un mantenimiento

regional de las actividades pastorales (Fig. A.32). A partir de ca. 100-200 cal AD, la tendencia a la baja de los valores porcentuales y de concentración polínica *Fagus* concomitante a un aumento notable de Poaceae indicaría una mayor presión humana en este sector. El aumento de *Betula* puede indicar la colonización de espacios antes ocupados por el haya. Este proceso de clareo del bosque se hace más visible en Narses Mortes en ca. 350-500 cal AD. De hecho, tanto Narses Mortes como Countrasts muestran un incremento de la antropización y apertura paisajística, a partir de ca. 100-300 cal AD, asociado a un mayor desarrollo pastoral en estas franjas altitudinales cercanas a los 1400 m s.n.m. en relación al desarrollo de las actividades agropastorales. En este momento tanto los grumos polínicos en Countrasts como los porcentajes de *Fagus* de ca. 20-30% atestiguarían que estas turberas se encuentran dentro de límite forestal, aunque con un hayedo clareado, y que el límite superior del bosque se localizaría en cotas superiores a esta altitud.

Por otra parte, en la vertiente noroeste, la secuencia de **Peschio** (1370 m s.n.m.) muestra para el periodo galorromano un aumento generalizado de los taxones rudero-segetales que ha sido interpretado como un aumento de la antropización en el sector (Pulido, 2006). Sin embargo, el marcado aumento porcentual y en concentración polínica de *Fagus* y *Quercus* caducifolio, así como la contracción de Poaceae, sugiere una fase de recuperación forestal (Fig. A.31). El hecho que los indicadores antrópicos hayan sido clasificados como “indicadores regionales” en los trabajos de lluvia polínica actual (v.gr., Mazier *et al.*, 2009; Brun, 2011) podría sugerir que el aumento de la presión pastoral tiene lugar a escala regional y que parece no afectar de manera notable la cubierta forestal en el sector de Peschio. Esta interpretación es coherente con el hecho que durante este periodo desaparecen las partículas carbonosas de la secuencia.

En los sectores de piedemonte, la secuencia de **Veyssiére** evidencia una bajada de los valores porcentuales y en *pollen influx* de *Quercus* caducifolio hasta ca. 200-300 cal AD (mitad de la PAZ V4a), hecho que indica la continuidad en la deforestación del robledal iniciada en la fase anterior, durante el Hierro I (Fig. A.30). El marcado descenso *Betula* y *Alnus* tanto en valores porcentuales como en *pollen influx* sugieren que estas deforestaciones alcanzaron también la vegetación arbórea local de la turbera (Fig. A.22), al igual que sucede en Countrasts. La reducción de la cubierta forestal es coincidente con un pico puntual de macrocarbones en ca.

100-200 cal AD que indica el posible uso del fuego en proximidad de la turbera. La presencia regular de *Juniperus* indicaría la colonización de espacios abiertos, mientras que el aumento de diversos indicadores polínicos de antropización como es el caso de *Plantago lanceolata*-t y el inicio de curvas continuas de *Artemisia* y *Galium*, junto a la presencia de *Rumex acetosa*-t, *Rumex* y *Bellis*-t, indican el aumento de la presión antrópica en este sector de menor altitud. De igual modo, el aumento y/o presencia de diversos taxones heliófilos como Cichorioideae, *Lotus*-t, *Trifolium*-t, *Cirsium*-t y *Anthemis*-t junto al marcado aumento de Poaceae indican la extensión de prados a baja altitud que pueden ir ligados a un desarrollo pastoral en el sector. Por otra parte, el inicio de una curva continua de Cerealía-t indica la presencia de cultivos cercanos a la Veyssièrre pudiendo indicar el desarrollo de campos permanentes en este sector. Esto coincide con cambios a nivel de la vegetación turbosa, dado que el aumento de Cyperaceae y Apiaceae, junto a la bajada de *Alnus* y *Betula*, indica el paso de una aliseda pantanosa (*Alnus carr*) a una formación de turbera minerotrófica con formaciones de grandes *Carex* y megaforbiales de apiáceas. La presencia de *Salix*, *Viola palustris*, *Trifolium*-t y el aumento de *Potentilla erecta*-t apoyan esta idea dado que son característicos de este tipo de formación (PNC, 2007a). Proponemos pues que estos cambios en el hidrodinamismo de la turbera y su composición florística pueden estar relacionados con la antropización que afectó la cubierta forestal de la turbera implicando un impacto de carácter local y que coincide con un cambio litológico en la secuencia.

### **Actividades minero-metalúrgicas de época galorromana?**

Los datos geoquímicos de Amourous muestran valores elevados de Pb/Al durante todo el periodo galorromano (Fig. A.35). Sin embargo, las secuencias de Countrasts y Narses Mortes, con mayores tasas de sedimentación, presentan una mejor resolución analítica y cronológica que permiten precisar las fases de contaminación metálica y, por lo tanto, las interpretaciones de los datos geoquímicos y de las actividades metalúrgicas en el Mont Lozère. En este sentido, los datos geoquímicos de Countrasts muestran altas concentraciones de Pb/Al entre el cambio de era (momento de inicio de la secuencia) y el s. III cal AD, lo cual sugiere la explotación de los recursos mineros en la región (Julià, 2012; Servera Vives *et al.*, 2013) (Fig.

A.36). Del mismo modo, la vecina secuencia de Narses Mortes muestra que una fase de explotación metalúrgica se inicia durante el Hierro II (Baron *et al.*, 2005). En base a la ratio entre los isótopos de  $^{206}\text{Pb}/^{207}\text{Pb}$ , S. Baron *et al.* (2005) sugieren que la explotación minero-metalúrgica alcanzaría su máxima intensidad en ca. el s. I cal AD. Sin embargo, las concentraciones de Pb/Al se mantienen elevadas hasta aproximadamente el s. II-III cal AD lo cual podría sugerir un cierto mantenimiento de dichas actividades durante una parte importante del periodo galorromano. Los datos arqueológicos apoyan una explotación minera en el filón de Devois hasta al menos el s. I cal AD, en base a una datación obtenida en esta mina a cielo abierto que indica su uso a 5 cal BC-75 cal AD (Cauuet *et al.*, 2012). Aunque sin excavaciones sistemáticas, existen también otras evidencias arqueológicas que podrían reforzar la idea de una actividad metalúrgica durante el periodo galorromano en diferentes sectores del Mont Lozère. Estas evidencias se localizan principalmente en la zona de Mas d'Orcières, Cubières y Cubièrettes (Trintignac, 2012). A escasos 400 metros al sur de Orcières, existe una mina de plomo argentífero que pudo ser explotada durante la antigüedad y la topografía de la cual presenta similitudes con minas de la Antigüedad de la Montagne Noire (de Gensanne, 1776; Landes, 1982). Al sur del pueblo de Mazel, otra mina de plomo argentífero podría haber sido utilizada durante el Alto Imperio ya que se ha documentado material minero galo-romano y cerámicas de terracota en su interior (Trintignac, 2012). La mina de Coudenasses (Cubières) también tiene evidencias de utilización galo-romana como son una lámpara de plomo (Vernhet, 1971), cerámica *sigillata* y cuatro lámparas de aceite en terracota (Trintignac, 1999; Prassl, 1997).

Todos estos datos ponen de manifiesto que la metalurgia de época gala pudo haber tenido un papel notable en la economía del Mont Lozère al menos durante el Alto Imperio, hasta el s. III cal AD, incluyendo esta región en una economía regional mediante redes comerciales en el seno del Imperio romano. Tanto es así, que el plomo argentífero de la *civitas gabalorum* debió suponer un recurso importante en la integración de la región dentro del mundo romano, puesto que la plata era particularmente buscada para la remuneración de los ejércitos (Ferdrière, 2003; Domergue & Leroy, 2000; Trintignac *et al.*, 2011; Trintignac, 2012). De hecho, se cree probable que las minas del Mont Lozère hayan sido el origen de la fortuna de la familia de *L. Iulius Bassianus* que hizo erigir el mausoleo de Lanuéjols (Trintignac *et al.*,



2011). Diversas vías de comunicación pueden haber contribuido esta conexión interterritorial como sería el caso de la vía Coudoulous que podría haber jugado un papel importante en relación a la explotación minera de Bleymard (Trintignac, 2012). De todos modos, estas actividades metalúrgicas de época galorromana parece que no habrían tenido efectos importantes sobre el bosque montano, en contraposición a lo ocurrido durante la Edad del Hierro. Esto podría deberse a que las actividades geoquímicas son de menor amplitud que las del periodo precedente como se había apuntado previamente a nivel de hipótesis (Baron *et al.*, 2005). De hecho, los valores de Pb/Al en Narses Mortes empiezan un progresivo descenso a partir del s. I cal AD y alcanzan los valores de ruido de fondo en ca. 300 cal AD, como sucede también en la secuencia de Countrasts (Julià, 2012; Servera Vives *et al.*, 2013). De todos modos, por el momento los datos arqueológicos surgidos de excavaciones sistemáticas se limitan a la mina de Devois y por el momento solo permiten apuntar a la existencia de una actividad metalúrgica hasta el s. I cal AD (Cauuet *et al.*, 2012). La continuación de las excavaciones en esta mina podrá aportar nuevos datos y validar o matizar la señal geoquímica documentada en Narses Mortes y Countrasts.

### **Síntesis comparativa.**

En conclusión, los datos disponibles en el Mont Lozère para la época galorromana ponen de manifiesto dos fases de modelación paisajística que corresponden *grosso modo* al periodo del Alto Imperio y a la Antigüedad Tardía, situando el punto de inflexión en ca. 200-300 cal AD (Fig. A.34 y A.37). Durante la primera fase, las prácticas humanas en el Mont Lozère se centran principalmente en torno a dos actividades, la metalurgia y el agropastoralismo. Sin embargo, las consecuencias de estas actividades son desiguales en los diferentes sectores y franjas altitudinales. Así pues, mientras que en las cumbres del macizo (Amourous) hay indicios de deforestación del hayedo asociado al desarrollo de actividades agropastorales en altitud, en algunos sectores altitudinales (Countrasts, Peschio y Narses Mortes) existe una recuperación y/o estabilidad forestal probablemente asociada a una menor presión antrópica en estos espacios bajos de los sectores más altitudinales. Por otra parte, los sectores de piedemonte presentan también un desarrollo pastoral y agrícola, y la continuidad de la

deforestación del robledal iniciado durante la Edad del Hierro, que conduce a cambios en la dinámica de la turbera. Aunque las actividades metalúrgicas parecen haber utilizado principalmente el haya como combustible (Paradis-Grenouillet, análisis en curso), los efectos de las actividades metalúrgicas son poco perceptibles sobre el hayedo durante el Alto Imperio. De todos modos, es necesario ampliar los estudios de arqueología minera en el sector para identificar las zonas de fundición del mineral y para confirmar o matizar la señal geoquímica que prolonga la metalurgia romana en el sector hasta el s. III cal AD.

Durante la segunda fase, a partir de ca. 200-300 cal AD, tiene lugar una reorganización de los usos del suelo que se orienta básicamente en torno al agropastoralismo, coincidiendo con el declive de las actividades metalúrgicas, y que se expande en todas las cotas altitudinales. A los sectores de cumbre ya abiertos desde el periodo precedente para favorecer el pastoreo, se le añaden otros espacios altitudinales en torno a 1400 m s.n.m. (Countrasts y Narses Mortes) que son objeto de una mayor presión pastoral que afecta el hayedo. Por otra parte, los sectores de menor altitud muestran un desarrollo agropastoral con estabilidad de prácticas agrícolas, como lo muestra el inicio de una curva continua de cereales que se mantiene hasta el periodo actual.

Durante la Antigüedad se pone de manifiesto una diversificación del agrosistema, como lo indica el cultivo de cereales, castaño y nogal. Estas actividades tienen lugar en los sectores altitudinales inferiores. Los datos carpológicos obtenidos en diversas sepulturas del s. I AD en Javols-*Anderitum* (1000 m s.n.m.) muestran un elenco florístico diverso con presencia de guisantes, habas, centeno y trigo (Matterne en Trintignac *et al.*, 2011). Esto es coherente con los datos arqueológicos de la zona puesto que los yacimientos romanos imperiales se sitúan en zonas de menor altitud, como es el caso de diversos asentamientos agrícolas localizados entre los 800 y los 1000 m s.n.m. Entre estos asentamientos, el yacimiento de Ferrière (Saint-Étienne-du-Valdonez) podría tratarse de una *villa* o aglomeración secundaria donde se documentaron “varias habitaciones galoromanas” (Morel, 1935). Más recientemente, en este yacimiento se han localizado materiales constructivos (*tegulae* y *imbrices*), materiales macrolíticos (Trintignac, 2012), así como monedas y otros materiales metálicos del s. I BC (Feugère & Py, 2011). Otro ejemplo lo constituye una probable *villa* situada al suroeste de Finiols, a 7 km al oeste de Countrasts, donde aparecieron materiales altoimperiales y

evidencias de una zona residencial (Trintignac, 2007; Trintignac, 2012). Por otra parte, el yacimiento de Peço Mezieyro (Ispagnac), 900 m al sur de Montmirat, correspondería a un asentamiento agrícola de época galorromana ocupado desde el s. I BC dada la presencia de cerámica campaniana y ánforas tipo Dressel I, que continuó siendo ocupada durante el Alto Imperio con presencia de monedas del s. I-II AD (Pauc, 1962; Vernhet, 1971).

De forma similar, en el Aubrac los datos polínicos ponen de manifiesto una fase de mantenimiento pastoral sin que esta práctica implique la afectación clara del hayedo (Faure, 2012; Servelle & Galop, 2006). Sin embargo, entre ca. 250-450 cal AD tiene lugar una reorientación de prácticas hacia un predominio pastoral como lo indica la secuencia de Trois Airelles en la que se documenta un aumento de las esporas coprófilas y un alza del señal incendio (Faure, 2012). En el Cantal, la época galorromana supone una fase de deforestación sistemática del bosque montano que culmina en el s. III-IV cal AD y que se interpreta en base a una explotación pastoral de las zonas de altura con asentamientos en los valles situados a menor altitud (Surmely *et al.*, 2009). En la zona de Millevaches, en la transición entre el Hierro II y la época galorromana se amplifican las deforestaciones con una fase de importante desarrollo agropastoral, mientras que a partir del s. III cal AD tiene lugar un descenso de la antropización que implica un cierto mantenimiento pastoral (Miras, 2004). En el Morvan el periodo galorromano muestra diferencias considerables en lo que se refiere a las dinámicas agropastorales entre diferentes turberas, pero los datos son unívocos en señalar las deforestaciones sistemáticas principalmente del hayedo que tienen lugar en la región y que parece que se pondrían en relación con la existencia de actividades metalúrgicas y de gestión de los recursos forestales (Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2013). La época romana parece suponer en el Macizo Central una fase de diversificación de paisajes y de actividades en el territorio que implican globalmente un proceso de deforestación de los espacios montanos.

En conclusión, en base a los estudios polínicos, se observa como la época galorromana se define como un periodo fuerte actividad agropastoral y deforestaciones. En el Mont Lozère las actividades metalúrgicas de época galorromana no parecen afectar de manera notable la cubierta forestal. En todo caso, parece ser que habría un aumento de la antropización a partir de ca. 150-300 cal AD, principalmente agropastoral, que se hace especialmente patente en los

espacios de altitud (Amourous, Narses Mortes y Countrasts) e implica nuevos clareos del bosque montano.

### 7.2.8 Antigüedad tardía y periodo altomedieval (ca. finales de s. V- finales del s. X cal AD): expansión de las actividades agropastorales y deforestación del hayedo en los sectores altitudinales superiores.

En **Amourous**, la reducción de los valores porcentuales de PA/T y de *Fagus*, *Quercus* caducifolio, *Abies*, *Betula* y *Pinus* a partir de ca. 650-800 cal AD (final de la PAZ A5 e inicio de A6a) indican un proceso de deforestación asociado a incendios (Fig. A.26). Esta apertura del medio tiene como consecuencia una nueva expansión de los cervunales en los espacios somitales evidenciado por el aumento de las frecuencias de Poaceae. Por otra parte, se afianza el aumento de los valores de *Calluna* que alcanzan ca. 30%, indicando ya el inicio del desarrollo de landas secas según ponen de manifiesto modelos referenciales de media montaña (Guenet, 1986; Miras, 2009; Beaulieu & Pons, 1979). Además, la extensión de *Calluna* es considerada en estudios de referencial nórdicos como indicador de fuerte presión pastoral (Gaillard *et al.*, 1992). En este momento tiene lugar un notable aumento de los valores porcentuales de taxones nitrófilos y ruderales como *Rumex acetosa-t*, *Artemisia*, *Galium* o *Plantago lanceolata-t* que indican la intensificación de las prácticas pastorales en las cumbres del Mont Lozère. Además, la presencia esporádica de *Sordaria* y *Sporormiella* junto al incremento de P/Al sugieren la frecuentación de ganado en la turbera (Fig. A.5 y A.35).

En este sentido, los altos valores de Ti así como el aumento de los porcentajes de *Glomus* (Geel, 2003) en Amourous evidencian la existencia de procesos erosivos en los espacios superiores a 1550 m s.n.m. probablemente asociados a una intensa actividad pastoral que provocaría la reducción de la cubierta arbórea y habría favorecido la extensión del brezal (Fig. A.35). Los datos geoarqueológicos del Mont Lozère muestran una fase de detritismo antropoclimático durante todo el periodo altomedieval. En efecto, los abundantes restos de carbones de *Fagus* y en menor medida de *Abies* en diversos rellenos sedimentarios del sureste del Mont Lozère, situados entre 1200 y 1640 m s.n.m. y datados entre los s. VI y XI cal AD, indicarían la deforestación del hayedo y hayedo-abetal (Allée, 2003).

La tendencia al alza de Cerealia-t así como la presencia de *Secale* es indicativa del desarrollo de actividades agrícolas, localizadas probablemente en cotas inferiores. Por otra parte, en este periodo se documentan la primera evidencia de *Juglans* en Amourous e indicaría el cultivo del nogal a cotas inferiores. Del mismo modo, el desarrollo de *Castanea* documentado en Amourous indicaría la existencia de cultivos de castaño en cotas inferiores.

El periodo de la Alta Edad Media en **Countrasts** (1400 m s.n.m.) puede dividirse en dos fases: una primera se extiende entre ca. 450 y 650 AD (PAZ C2a) y otra entre 650 y 960 AD (PAZ C2b). La primera fase muestra un marcado descenso de PA/T y de los valores porcentuales y de *pollen influx* de *Betula*, *Abies* y *Fagus* que indican un proceso de deforestación del hayedo y también al abedular (Fig. A.8. y A.27). Estos datos, junto a la desaparición de grumos polínicos de *Fagus* y *Betula*, sugieren que podría producirse un descenso del límite superior del bosque por debajo de la cota de 1400 m s.n.m. en el sector de Countrasts. El aumento de diversos taxones apófitos como *Rumex acetosa-t*, *Plantago lanceolata-t* y *Artemisia* indica la expansión de las actividades pastorales en el sector paralelamente a esta deforestación. Además, las esporas coprófilas se diversifican y alcanzan los valores máximos de la secuencia en este periodo, evidenciando el aumento de las actividades pastorales locales.

Este proceso de aumento de la presión pastoral en el sector de Countrasts implica cambios en la dinámica de la turbera que evoluciona de una turbera forestada con abedul a una turbera minerotrófica colonizada por comunidades de Cyperaceae, con formaciones herbáceas de medios húmedos y megaforbiales de Apiaceae (Servera Vives *et al.*, 2013). Por otra parte, el aumento de Turbellaria (Geel, 1978) y de P/AI son dos elementos que sugieren el enriquecimiento de nutrientes en la turbera, probablemente a causa de su frecuentación del ganado. Estas actividades ganaderas vienen corroboradas por la presencia de una estructura pastoral a proximidad de la turbera de Countrasts fechada en ca. 545-637 cal AD indicando la continuidad de las actividades pastorales en estos sectores altitudinales (Palet *et al.*, 2012). Todos estos datos apuntan a que el pastoralismo se podría haber beneficiado o podría haber sido el causante de los cambios en la vegetación de la turbera puesto que la disponibilidad de agua y pastos húmedos podrían haber constituido recursos atractivos para los rebaños (Servera Vives *et al.*, 2013). Además, estos cambios ocurren en un contexto hidrosedimentario

activo, con aumento de los procesos erosivos (Allée, 2003), y que podría haber amplificado las respuestas hídricas de la turbera y, por tanto, haber contribuido a los cambios en la dinámica de vegetación local.

La segunda fase de Countrasts (entre ca. 740 y 960 cal AD) significa una continuidad y culminación del proceso iniciado en la fase anterior, con nuevos cambios en la vegetación local de la turbera que culminan en ca. 800-960 cal AD, cuando la disminución de HdV-18 (un posible parásito de *Eriophorum*) y el aumento de *Clasterosporium caricinum* (parásito de *Carex*) corroboran la expansión de *Carex* en la turbera evidenciada por los valores polínicos (Geel, 1978; Geel & Aptroot, 2006; Mauquoy & Geel, 2007; Cugny *et al.*, 2010). El descenso de los valores porcentuales y de *pollen influx* de *Fagus* indica la deforestación del hayedo, mientras que prosigue la expansión de Poaceae en relación al desarrollo e intensificación de las actividades pastorales. En efecto, el incremento durante esta fase de taxones nitrófilos y ruderales como *Plantago lanceolata*-t, *Rumex acetosa*-t y *Plantago major/media*, indica un desarrollo de las prácticas pastorales y de mayor apertura del medio. Además, la presencia de esporas coprófilas como *Podospora*, *Sordaria* y *Sporormiella* y del endoparásito *Trichuris* refuerza la presencia de ganado sobre y en la proximidad de la cuenca turbosa (Davis & Shafer, 2006; Ejarque *et al.*, 2011; Geel *et al.*, 2003). De todos modos, cabe remarcar que podría existir cierta sobrerrepresentación de los hongos coprófilos debido que estos han sido calculados como porcentajes en función de la suma base polínica. En efecto, D. Etienne y I. Jouffroy-Bapicot (2014) han demostrado que puede existir una sobrerrepresentación de *Sporormiella* cuando las concentraciones polínicas son bajas y estas esporas abundantes como es el caso de Countrasts. En todo caso, esta actividad pastoral podría haber inducido un medio más rico en nutrientes como lo sugiere el incremento de P/Al y de microfósiles indicadores de condiciones eutróficas como *Anabaena* y HdV-179 (Geel *et al.*, 1983, 1989, 1994). Por otra parte, la actividad pastoral en los alrededores de Countrasts en este momento también ha sido documentada arqueológicamente puesto que una cabaña adosada a un gran cercado a vecindad de la turbera presenta una fecha de 775-900 cal AD (Orengo *et al.*, 2011; Servera Vives *et al.*, 2013).

Por otra parte, el aumento de cereales entre ca. 500 y 960 cal AD (PAZ C2a y C2b) y las primeras evidencias de *Secale* en Countrasts indican también la extensión de las actividades

agrícolas a menor altitud. Este proceso se corrobora con el aumento progresivo de Ti/Al, As/Al, Co/Al, Sr/Al, Ba/Al, Ca/Al, S/Al, Ni/Al y Fe/Al que podría indicar el aumento de partículas suspendidas debido a la exposición temporal de campos de cultivo en sectores de menor altitud. Los altos valores de Cerealia-t en la secuencia de Laubies indica la existencia de actividades agrícolas en esta cota altitudinal el cual se situa en el limite del piedemonte y la articulación de la pendiente, sugiriendo que esta practica alcanzaría una cota de ca. 1280 m s.n.m.

Este proceso de apertura del hayedo y hayedo-robleal y de extensión de formaciones herbáceas de gramíneas ha sido también documentada en la secuencia de Narses Mortes (Pulido, 2006). En concreto, la secuencia de **Narses Mortes** muestra un descenso transitorio de los valores de *Fagus*, *Quercus* caducifolio, *Abies* y *Pinus* entre ca. 600 y 700 cal AD (Fig. A.32). Esta retracción de las formaciones forestales es contemporánea a un aumento notable de los taxones nitrófilos y ruderales (*Plantago lanceolata*-t, *Artemisia*, *Rumex* y *Galium*) y a un incremento de Cerealia-t. A este proceso de clareo del bosque con fines agropastorales le sigue una fase de recuperación del hayedo entre ca. 700 y 800 cal AD. Posteriormente, tiene lugar una retracción de los valores porcentuales y de concentración polínica de *Fagus* y una expansión de Poaceae que se hacen particularmente manifiestos a partir de ca. 800-900 cal AD.

Del mismo modo, la secuencia de **Peschio** muestra un proceso similar con una deforestación del hayedo y hayedo-robleal que se inicia en ca. 600-700 cal AD, como lo sugiere el descenso de los valores porcentuales de *Fagus* y de *Quercus* caducifolio (Fig. A.31). Si bien los valores porcentuales de *Fagus* aumentan de nuevo entre ca. 800 y 1000 cal AD, el descenso en los valores de concentración polínica indica la continuidad del proceso de apertura del medio (Pulido, 2006). El aumento significativo de Poaceae y de taxones apófitos como *Plantago lanceolata*-t, *Rumex* y *Artemisia* indica un aumento de la presión agropastoral en este sector de la cara norte del Mont Lozère (Pulido, 2006), que podría haber favorecido la expansión de pastos y herbazales.

A menor altitud, en los espacios de piedemonte, la secuencia de **Laubies** (1280 m s.n.m.) se reinicia en torno a ca. 600-650 cal AD. El diagrama polínico sugiere la distinción nuevamente



de dos fases diferentes en la historia de la antropización y configuración paisajística: una primera entre ca. 600 y 775 (PAZ L2a) y una segunda entre ca. 775 y 1000 cal AD (primera mitad PAZ L2b). La primera fase se caracteriza por unos valores todavía elevados de *Fagus* (ca. 20%), pero con una tendencia a la baja que indica que el proceso de reducción del hayedo se está produciendo en estos sectores altitudinales (Fig. A.29). En este sentido, los altos valores y recurrencia de macrocarbones apunta a la gestión del medio de la zona de Laubies mediante el uso de quemas periódicas. La presencia de diversos IPA como *Plantago lanceolata*-t, *Rumex acetosa*-t, *Rumex*, *Galium* o *Artemisia* y de cultivos como *Cerealia*-t, junto a la presencia de diversos hongos coprófilos (incluyendo *Sporormiella*), son elementos que indican la existencia de actividades agropastorales a proximidad y sobre la zona húmeda. Por otra parte, los valores casi continuos de *Castanea* indican un cultivo de castaño que probablemente tiene lugar en cotas de menor altitud.

En una segunda fase (entre ca. 775 y 1000 cal AD; primera mitad PAZ L2b) se constata un marcado descenso de PA/T debido principalmente a la bajada porcentual de *Fagus* (del 20 al 9%) y de *Quercus caducifolia*. Las mayores concentraciones y recurrencia de macrocarbones indican que fuegos locales habrían afectado a las formaciones de hayedo y hayedo-abetales, mientras que el aumento de los valores de *Glomus* sugiere una intensificación de los procesos erosivos en la zona (Geel *et al.*, 2003). Los datos antracológicos obtenidos de diversos rellenos aluviales y coluviales holocenos del la vertiente sur del macizo corroboran esta deforestación del hayedo en sectores comprendidos entre ca. 1200 y 1300 m s.n.m. (Allée, 2003). En Laubies, este proceso de apertura forestal es contemporáneo a un aumento de Poaceae y de pastos que alcanza su máximo en ca. 775-830 cal AD. Los valores en alza de *Rumex acetosa*-t, junto con valores notables de otros ruderales y nitrófilos como *Rumex*, *Plantago lanceolata*-t, *Bellis*-t, *Artemisia* y *Galium* indican un incremento considerable de la presión antrópica sobre el medio. De igual modo, el incremento de *Cerealia*-t que alcanza valores máximos del 5%, junto con la presencia continua de *Secale* y la representación esporádica de *Papaver roheas*-t y *Sinapis*-t permite sugerir la importancia de áreas agrícolas a proximidad de la turbera (Brun, 2010; Court-Picon *et al.*, 2006), mientras que la presencia casi continua de *Castanea* pone de manifiesto una arboricultura de castaño. Por otra parte, los altos valores de Poaceae y la diversificación de plantas características de prados como *Trifolium*-t, *Lathyrus*-t, *Lotus*-t,

*Stellaria-t*, *Sanguisorba officinalis* podrían ser indicativas de la extensión de prados de mayor valor pascícola para la alimentación del ganado (Fig. A.15, A.16 y A.29). El notable aumento y diversificación de esporas coprófilas en Laubies, con valores muy significativos de *Sporormiella* y *Sordaria*, y la presencia de *Podospora*, *Cercophora*, *Apiosordaria* y *Coniochaeta* cf. *ligniaria*, es indicativo de un aumento de la actividad pastoral en las cercanías de la zona húmeda (Davis & Shaffer, 2006; Geel *et al.*, 2003; Ejarque *et al.*, 2011). Por otra parte, la presencia de *Zygnema*, espermatóforos de *Copepoda*, HdV-179 y *Mougeotia* sugieren unas condiciones de mesotróficas a eutróficas en la turbera, probablemente consecuencia de la frecuentación pastoral.

En **Veyssièrre**, la Alta Edad Media aparece representada en la secuencia como un proceso más uniforme, que podría ser explicado, al menos en parte, por una menor resolución de la secuencia para este periodo. La reducción de los valores de *Quercus* caducifolio entre ca. 500 y 1000 cal AD (final PAZ V4a) indica la apertura de los robledales (Fig. A.30). Los porcentajes de *Quercus* caducifolio (ca. 10%) son similares a los de las otras secuencias estudiadas y parecen sugerir que la turbera se encuentra en una zona ya plenamente abierta (PA/T de 30%). En este sentido, trabajos de referencial polínico actual han puesto de manifiesto la sobrerrepresentación de *Quercus* (Brugliapaglia, 1998; Faure, 2012; Miras, 2009; Guenet, 1986), estableciendo un valor de ruido de fondo de ca. 5-10% en la zona de media montaña del Mont Dore y el Mont Lozère (Guenet, 1986; Beaulieu & Pons, 1979). La expansión de taxones heliófilos como *Betula* y *Juniperus* indica una colonización parcial de estas zonas deforestadas (Miras, 2009; Miras *et al.*, 2007; Richard, 1997). El aumento notable de Poaceae (ca. 40%) indica la expansión de prados de gramíneas en los sectores de piedemonte mientras que el incremento de diversos taxones nitrófilos y ruderales como *Plantago lanceolata-t*, *Plantago major/media*, *Rumex acetosella-t*, *Rumex acetosa-t* y *Galium* junto a ocurrencias de *Polygonum aviculare-t* o *Bellis-t* indican un aumento de la presión agropastoral sobre el sector. La presencia de macrocarbones sedimentarios en ca. 750-850 cal AD indicaría la presencia de fuegos de carácter local (Carcaillet *et al.*, 2001). La subida de los porcentajes de Poaceae (ca. 40%) son el reflejo de una extensión de pastos y zonas abiertas, como lo sugiere también los valores de taxones herbáceos de carácter heliófilo como Cichorioideae, *Stellaria-t*, Brassicaceae, *Centaurea jacea-t*, *Cirsium-t* o Dipsacaceae. La curva continua de Cerealía-t en

esta fase en Veyssi re indica la existencia de actividades agrícolas estables a baja altitud. La presencia puntual de *Secale* y la primera aparición de *Cannabis-t* y *Castanea* en esta secuencia indican la diversificación del sistema agrícola en la montaña.

### **Síntesis comparativa.**

El conjunto de datos obtenidos en el Mont Lozère apuntan a una fase de deforestación del hayedo tanto en los espacios superiores del piedemonte (Laubies) como en los sectores de cumbre. De hecho, este proceso de deforestación del hayedo se inicia entre ca. 650 y 800 cal AD, con cronologías similares en todas las secuencias y en todos los sectores altitudinales (Amourous, Countrasts, Narses Mortes y Peschio). Los datos polínicos de Countrasts (polín, MNP y grumos) apuntan a una posible bajada del límite superior del bosque en la zona de Countrasts que se situaría en este sector en torno a los 1400 m s.n.m, coincidiendo con los datos obtenidos por la antracología en carboneras (ver subcapítulo de la Plena Edad Media). Este proceso generalizado de apertura paisajística se relaciona con el desarrollo de las actividades agropastorales en el sector. El desarrollo de las actividades agrícolas se hace especialmente patente en el sector de Laubies.

En conclusión, la expansión generalizada de las actividades agropastorales se documenta en todas las secuencias estudiadas en el Mont Lozère y culmina en ca. 750-900 cal AD, siendo un proceso que conlleva la deforestación del bosque montano y la extensión de pastos en todos los sectores altitudinales. Este sistema extensivo implicaría la movilidad de ganados y la puesta en valor de los est os en detrimento del bosque. La presencia de un cercado y de una cabaña pastoral en la zona de Countrasts fechados entre los s. VI y IX cal AD refuerza la importancia de un pastoralismo estacional en la zona de est os (Orengo *et al.*, 2011; Palet *et al.*, 2012; Servera Vives *et al.*, 2013). Todo esto indica un aumento notable de las prácticas agropastorales, donde los campos de cultivo habrían alcanzado una cota altitudinal de en torno a los 1280 m. s.n.m en el sector de Laubies, hecho que podría ir ligado a la existencia de un núcleo de población ya en este periodo.

Este proceso de deforestación del bosque montano en relación al desarrollo de las actividades agropastorales durante la Alta Edad Media también ha sido documentado en otros sectores del Macizo Central. Así, en el Aubrac y el Lévézou, el periodo altomedieval corresponde a una fase de reducción de los espacios forestales mediante la utilización de quemados (aumento de la señal de incendios) en relación a una expansión de las actividades agropastorales (Beaulieu *et al.*, 1982; Faure, 2012; Servelle & Galop, 2006). Por otra parte, en el Cantal también se documenta una expansión de las actividades agropastorales durante el periodo altomedieval que implica la deforestación del hayedo-abetal que culmina entre ca. 800 y 1000 cal AD y la expansión de Poaceae y *Calluna*, por ejemplo, en la secuencia de Vèze (Surmely *et al.*, 2009). En la Chaîne des Puys se observa un proceso de marcada apertura del bosque con aumento de los apófitos, esporas coprófilas y cultivos a partir de ca. 500-600 cal AD (Lavrieux *et al.*, 2013; Miras *et al.*, 2004). En los Monts de Lacaune y Espinousse, la secuencia de Gatimort (970 m s.n.m.) y Peyroutarié (1050 m s.n.m.), se evidencia un retroceso del bosque con expansión de las formaciones herbáceas y de taxones ruderales y nitrófilos que ha sido relacionado con la expansión de actividades agropastorales (Pulido, 2006). Por otra parte, procesos de deforestación asociados al desarrollo agropastoral han sido documentados también en registros lagunares en el llano del Languedoc durante el periodo altomedieval (Court-Picon *et al.*, 2010; Planchais, 1982). Este conjunto de datos muestra pues que la Alta Edad Media es un periodo de expansión generalizada de las actividades agropastorales que implican importantes deforestaciones en el sur del Macizo Central y en el llano del Languedoc.

## 7.2.9 Plena Edad Media (ca. s. XI–finales del s. XIII cal AD): el desarrollo de un sistema agrosilvopastoral en el contexto de una intensa actividad metalúrgica.

En **Amourous**, la recuperación de *Fagus* entre ca. 1000 y 1150 cal AD (mitad de la PAZ A6a) y el incremento de taxones arbóreos pioneros como *Pinus* y *Betula* sugieren una fase de colonización forestal, coincidente con un descenso transitorio de *Cerealia-t* y de determinados apófitos como *Rumex acetosa-t*, *Plantago lanceolata-t* y *Artemisia*, lo cual indica una menor presión humana sobre este sector altitudinal (Fig. A.26). Sin embargo, a partir de ca. 1100-1200 cal AD (final de la PAZ A6a) los porcentajes de PA/T alcanzan valores mínimos de ca. 18%. Estudios polínicos sobre referencial actual en el vecino Aubrac indican que valores de PA/T entre ca. 15-25% son característicos de medios plenamente abiertos como es el caso por ejemplo de prados pastoreados (Faure, 2012; Guenet, 1986). Durante el s. XII cal AD, el descenso en valores porcentuales y *pollen influx* de *Fagus*, *Pinus*, *Alnus* y *Betula* en Amourous indican la deforestación de los espacios superiores del piso montano, mientras que el descenso porcentual de *Quercus caducifolia* indicaría que las deforestaciones afectan también los sectores de menor altitud. El aumento de los valores de *Glomus* en este momento, junto al registro de valores elevados de Ti en el estudio geoquímico de la secuencia de Amourous sugieren la existencia de procesos erosivos en esta franja altitudinal contemporáneos a la retracción forestal (Fig. A.5 y A.35).

El aumento de Poaceae (ca. 20%) y de *Calluna* (ca. 40%) en la secuencia de Amourous indican la extensión de pastos y landas en los sectores de cumbre a partir de ca. 1150-1250 cal AD (Beaulieu & Pons, 1979; Miras, 2009). En este sentido, la presencia de macrocarbones sugiere la existencia de incendios a proximidad de la turbera, pudiendo estar asociado a la necesidad de renovación de pastos en relación al pastoreo. La tendencia al alza de diversos taxones nitrófilos y ruderales a partir de ca. 1100-1200 cal AD (*Rumex acetosa-t*, *Plantago lanceolata-t* y *Artemisia*) corroboran el aumento de la presión pastoral en este sector altitudinal.

En la secuencia de **Countrasts** (PAZ C2c), los valores al alza de PA/T (de ca. 30 a 42%), debido principalmente al aumento de los valores de *Pinus*, *Betula* y *Fagus* podrían indicar un

medio semiabierto (Faure, 2012). Cabe decir que la localización de las plataformas de carboneo permite apuntar la presencia de hayedo hasta ca. 1400 m s.n.m. en este sector (Paradis-Grenouillet, 2012) (Fig. 43). El descenso de algunos apófitos como *Rumex acetosa*-t y *Plantago lanceolata*-t y de *Cerealia*-t durante este periodo indica una menor presión agropastoral en comparación al periodo precedente. De todos modos, la actividad pastoral está documentada localmente por la presencia de diversas esporas coprófilas (*Sordaria*, Sordariaceae, *Sporormiella*; presencia de *Podospora*, *Arnium*, *Apiosordaria verruculosa* y *Coniochaeta* cf. *lignaria*) y la presencia de huevos del endoparásito intestinal *Trichuris* (Geel *et al.*, 2003; Ejarque *et al.*, 2011). Estos datos ponen de manifiesto que el pastoralismo se mantiene presente en el sector occidental del Mont Lozère durante la Plena Edad Media, aunque parece ser de menor intensidad que durante el periodo altomedieval.

La secuencia de **Narses Mortes** (1400 m s.n.m.) muestra un periodo de cierta estabilidad forestal hasta ca. 1200-1300 cal AD, momento en que se inicia una progresiva regresión del hayedo (Pulido, 2006) (Fig. 33). Aunque estudios previos habían apuntado a una recesión de los valores de *Fagus* en relación a las actividades metalúrgicas (Pulido, 2006; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2007), el nuevo modelo cronológico elaborado con Clam (ver capítulo 6) permite determinar que la deforestación del hayedo tuvo lugar con anterioridad, durante el periodo altomedieval, mientras que se documenta una estabilidad e incluso una cierta recuperación del hayedo entre los s. X y XIII cal AD, como lo muestran tanto el aumento porcentual como de concentración polínica de *Fagus* y a semejanza de lo que se documenta en Countrasts. Este aumento de las frecuencias de *Fagus* durante el periodo plenomedieval ha sido documentada también en la secuencia de Countrasts y plantea la pregunta de si la gestión forestal (*coppicing*) en relación a las actividades metalúrgicas podría haber favorecido una mejor floración del haya, como es el caso de *Corylus* por ejemplo (Waller *et al.*, 2012) y que de todos modos esta dependería de otros factores como la edad en la que se talarían los nuevos tallos (Waller & Schofield, 2007). Los datos dendroantracológicos de la vertiente oeste y sur del Mont Lozère muestran una gestión forestal (*coppicing*) asociada al carboneo que implica la selección de ramas de pequeño y mediano calibre y que se mantiene sin cambios significativos hasta finales de la Baja Edad Media (Paradis-Grenouillet, 2012).

La recurrencia y elevadas concentraciones de macrocarbones en Narses Mortes indican la existencia de fuegos de carácter agropastoral para abrir nuevos espacios, aunque estas deforestaciones parecen haber jugado un papel moderado durante la Plena Edad Media. De hecho, la reducción respecto al periodo anterior de diversos indicadores de antropización como *Plantago lanceolata*-t, *Rumex* y *Cerealia*-t indicarían una menor presión agropastoral en el sector. Esto sería coherente con un descenso de *Calluna* y *Poaceae*, indicando una menor presión pastoral.

Por otra parte, en la cara norte del Mont Lozère, la secuencia de **Peschio** (1370 m s.n.m.) muestra un descenso de los valores de PA/T (70-50%) debido a la bajada de los valores porcentuales de *Fagus*, *Quercus* caducifolio y a la desaparición de *Abies* (Pulido, 2006). De todos modos, esta caída de los valores de *Fagus* es puntual entre ca. 1000-1200 cal AD y no viene confirmada por la caída en valores de concentración polínica, hecho que podría indicar un cierto mantenimiento del hayedo en este sector de la cara noroeste del Mont Lozère (Fig. A.31). Tanto es así que los valores de *Fagus* (ca. 30%) son considerablemente mayores que los registrados en las demás secuencias de la cara suroeste: Amourous (ca. 10-2%), Countrasts (ca. 15%), Narses Mortes (ca. 10%; Pulido, 2006), Font Bernard (ca. 6%) y Veyssière (ca. 5%). La secuencia de Le Peschio estudiada por J.-L. de Beulieu & A. Pons (1979), aunque no cuenta de dataciones, permite evidenciar una recuperación del hayedo (ca. 25%) posteriormente a la deforestación del hayedo protohistórica y altomedieval. En efecto, el nivel 120 cm puede asimilarse al inicio de la deforestación de la Edad del Hierro en base a la secuencia de Amourous, mientras que el nivel 160-150 cm corresponde a la caída/desaparición de *Abies* junto a una nueva contracción de *Fagus* lo cual ha sido fechado en ca. 600-800 cal AD en las secuencias de Narses Mortes (Pulido, 2006), Amourous y Countrasts. Por otra parte, el nivel 110-100 cm podría situarse en ca. 1200-1400 cal AD en base a la expansión de *Castanea* datada en las secuencias de Narses Mortes, Countrasts y Font Bernard. Por lo tanto, la secuencia de Le Peschio (Beulieu & Pons, 1979) muestra una recuperación del hayedo posterior a la deforestación altomedieval y anterior a la Baja Edad Media, mostrando valores notables de *Fagus*. La secuencia de Peschio Bis (Pulido, 2006) muestra unos valores de *Fagus* de ca. 25-30% previos a la expansión de *Castanea* (ca. 1200-1400 cal AD) y posteriores a la desaparición de *Abies* (ca. 600-800 cal AD), evidenciando pues

una mayor representación del hayedo en este sector. De todos modos, la baja resolución analítica y la escasa o nula resolución cronológica dificultan afinar con claridad las dinámicas paisajísticas en este sector.

En todo caso, estas evidencias ponen de manifiesto una mayor presencia del hayedo en la cara norte del macizo, con masas forestales de mayor importancia en el área de captación de Peschio. De todos modos, el aumento en la secuencia de Poaceae así como de diversos indicadores taxones nitrófilos y ruderales como *Rumex* y *Artemisia*, junto a la presencia de otros taxones heliófilos como Asteroideae, Cichorioideae y *Cerastium*-t, sugieren que la expansión de los pastos y de las actividades agropastorales también se producen en la cara norte, aunque de forma más limitada. De igual modo, la notable expansión de *Calluna* (ca. 25%) podría indicar la extensión de landas de brezos. Por tanto, su desarrollo en los espacios superiores del piso montano del Mont Lozère podría ir ligado al desarrollo del pastoralismo. El aumento de las frecuencias de Cerealia-t indica la extensión de actividades agrícolas en la vertiente norte del macizo.

A menor altitud, el inicio del desarrollo del depósito turboso de **Font Bernard** a 1350 m s.n.m. se fecha en torno a ca. 1150-1200 cal AD (PAZ F1) y el inicio de la turbificación podría estar relacionado con la deforestación de este sector intermedio, puesto que los datos geoarqueológicos muestran la existencia de un detritismo de origen antrópico que afecta por primera vez estos espacios medios de la montaña y por lo tanto se habría modificado la circulación hídrica en el sector (Allée, 2003). Los valores de *Fagus* son de ca. 25% en los dos niveles de base, por tanto considerablemente superiores respecto a las otras secuencias estudiadas, indicando una mayor importancia del hayedo en la zona de Font Bernard en la Plena Edad Media. De hecho, el estudio de referencial realizado en el Aubrac indica que valores de ca. 30% pueden ser ya indicativos de la presencia de un hayedo local (Faure, 2012). El registro de esporas de hongos saprófitos y lignófagos como *Ustilina deusta*, *Brachysporium* y *Byssothecium circinans* sería coherente con un ambiente forestado a proximidad de la turbera (Montoya *et al.*, 2010; Kiffer & Morelet, 1997; Geel *et al.*, 1980/1981; Geel & Aptroot, 2006) (Fig. A.14). De todos modos, los variables valores de *Fagus* entre las diferentes secuencias indican que las deforestaciones no solo siguen una lógica altitudinal sino también microespacial, implicando por ejemplo zonas de los sectores intermedios con



presencia de un hayedo local más o menos importante de carácter (Font Bernard) mientras que otros en los espacios de piedemonte se encuentran ya plenamente abiertos (Laubies). Este hecho sugiere que la proximidad al hábitat de Laubies podría explicar su mayor desarrollo agropastoral mientras que la zona de Font Bernard, ubicado en las zonas de pendiente de la vertiente sur, se ponen plenamente en valor con posterioridad.

En Font Bernard, los valores PA/T pasan de ca. 50 al 30% entre ca. 1200 y 1300 cal AD (PAZ F2a) sugiriendo que la cubierta forestal se retrae sensiblemente en el s. XIII cal AD (Fig. A.28). Las frecuencias de *Fagus* caen progresivamente y de manera marcada alcanzando valores mínimos (ca. 6%) y indicando que las deforestaciones son extensas en el sector. Hay que recordar, que valores de ca. 5% de *Fagus* han sido considerados como ruido de fondo regional en la media montaña de Millevaches (Miras, 2009), mientras que en el Mont Lozère tales valores se han documentado en los bordes de pequeños islotes de hayedo (Beaulieu & Pons, 1979). Las altas concentraciones y la frecuencia de macrocarbones documentada en todos los espectros correspondientes a la Plena Edad Media ponen de manifiesto la utilización de quemados periódicos para obtener y mantener el medio abierto. El aumento marcado a partir de ca. 1200-1300 cal AD en la secuencia de Font Bernard de taxones nitrófilos y de medios pisoteados como *Rumex acetosa-t*, *Rumex acetosella*, *Plantago lanceolata-t* y *Galium* evidencian una creciente presión ganadera sobre el sector. Por otra parte, los notables valores en curva continua de esporas coprófilas como *Sordaria*, *Cercophora*, *Arnium*, *Apiosordaria verruculosa*, *Podospora* y *Sporormiella* corroboran la frecuentación de la zona húmeda por parte del ganado (Fig. A.14). Todo esto apunta a un desarrollo de las actividades pastorales en los espacios intermedios de Font Bernard durante el s. XIII cal AD.

Por otra parte, los valores de *Cerealia-t* y *Secale* en Font Bernard junto a la presencia del taxón segetal *Centaurea cyanus-t* indican la presencia de campos de cultivo probablemente a menor altitud. Por otra parte, la presencia continua de *Castanea* y más esporádica de *Juglans* y *Cannabis-t* indica la diversificación del agrosistema en zonas de menor altitud. Los modelos de estructuración del agropastoralismo basados en la lógica de los alveolos (Fel, 1962; Valadas, 1984; Allée *et al.*, 1994) según los cuales el rellano del alveolo era ocupado para las actividades agrícolas y pastorales y que habrían funcionado desde época medieval es coherente con los datos obtenidos en la secuencia de Font Bernard (presencia de cultivos y

ganado). Sin embargo, al no tratarse de un núcleo de hábitat, la zona de la turbera parece estar principalmente destinada al desarrollo de actividades pastorales.

La puesta en valor de determinados sectores intermedios durante el periodo plenomedieval ha sido también sugerida a partir de los estudios geoarqueológicos realizados en el Mont Lozère que ponen de manifiesto la existencia de procesos erosivos que implican algunos alveolos dentro del *saltus*. Esta fase de detritismo antrópico, iniciada en la fase final del periodo altomedieval, se amplifica y se generaliza a todos los sectores altitudinales durante el periodo de la Plena Edad Media. Los datos antracológicos obtenidos en rellenos aluviales y coluviales ponen de manifiesto la deforestación del hayedo y del hayedo abetal entre las cotas 1300 y 1640 m s.n.m. puesto que los taxones identificados corresponden principalmente a carbones de *Fagus* y *Abies* y que indicarían la deforestación en sectores intermedios de la montaña (Allée, 2003).

El hecho que esta fase comporte poca hidrolicidad de los sistemas fluviales es coherente con un periodo de condiciones secas características del óptimo climático medieval (Allée, 2003), y que corresponde a una bajada de los niveles lacustres centroeuropeos (Magny, 1999, 2004). Todo esto confiere a esta fase de detritismo un origen exclusivamente antrópico por primera vez en el Mont Lozère, puesto que en las otras fases detríticas existe una doble causalidad climática y antrópica (Allée, 2003).

El predominio de unas condiciones más secas se documenta también en las secuencias de Amourous y Countrasts. La secuencia de Amourous muestra el descenso y/o desaparición de diversos indicadores de medios acuáticos o húmedos como son los espermatóforos de *Copepoda*, *Gyratrix hermaphroditus*, Turbellaria class y *Micodalyellia armigera*, hecho que sugiere la existencia de condiciones más secas en la turbera. Una dinámica similar hacia condiciones de menor humedad ha sido también en la turbera de Countrasts que registra cambios en la vegetación local suponiendo el paso de la formaciones de Cyperaceae hacia el desarrollo de megaforbiales de Apiaceae, implicando condiciones más secas así como la colonización de *Salix* en la turbera. La continuidad de *Calluna* y la desaparición de *Isoetes* y *Potamogeton*, junto a la reducción de MNP que requieren de condiciones húmedas como *Amphitrema flavum* indican unas condiciones secas en la turbera (Beyens & Meisterfeld, 2001; Mitchell *et al.*,

2001). Las condiciones más secas de la turbera vienen confirmadas por un descenso en los niveles de LOI (Servera Vives *et al.*, 2013).

En el sector de **Laubies**, la bajada de los valores de PA/T (de ca. 35-20%), junto al descenso simultáneo de *Fagus* y *Betula* (Fig. A.29) indican también un proceso de apertura del medio forestal que supondría la práctica desaparición del hayedo en este sector altitudinal (final de la PAZ L2b y L3a). En este sentido, la desaparición o bajada de algunos hongos saprófitos y/o lignófagos como *Brachysporium*, *Ustilina deusta* y *Byssothecium circinans* (Fig. A.19) entre ca. 1100 y 1200 cal AD podría corroborar esta deforestación en el entorno de la turbera (Montoya *et al.*, 2010; Geel & Aptroot, 2006; Kiffer & Morelet 1997, Geel *et al.* 1981). Asimismo, la tendencia al alza de diversos indicadores de antropización indica un aumento de la presión sobre el medio. Los valores notables y continuos de esporas coprófilas (*Sordaria*, *Sporormiella*, *Podospora*, *Cercophora* y *Apiosordaria verruculosa*) demuestran la frecuentación constante de ganado en la misma zona húmeda (Geel *et al.*, 2003; Cugny *et al.*, 2010; Jouffroy-Bapicot, 2010). De todos modos, el descenso entre ca. 1150 y 1300 cal AD de determinadas esporas coprófilas como *Sordaria* y *Sporormiella* así como de *Rumex acetosa*-t sugiere una menor presión pastoral local en la turbera y sus inmediaciones, coincidiendo con una fase de mayor desarrollo agrícola según indica por el aumento de *Cerealia*-t, *Secale* y presencia de *Sinapis*-t y *Centaurea cyanus*-t. Este hecho coincide a su vez con la máxima deforestación en el sector y podría ser interpretado en relación a un mayor desarrollo pastoral en las vertientes y los nuevos espacios creados para el desarrollo de las actividades agropastorales. La descripción litológica del sedimento de la secuencia de Laubies ha puesto de manifiesto una fase detrítica entre ca. 1150-1250 cal AD, lo cual podría sugerir una desestabilización de los suelos en la cuenca de la turbera, coincidente con una fase detrítica antropogénica documentada en diversos sectores del Mont Lozère (Allée, 2003). Además, la presencia de *Glomus* y de *Concentricystes* en este momento apoya la existencia de procesos erosivos en el área (Anderson *et al.*, 1984; Kholeif, 2010).

En los sectores de piedemonte, la secuencia de **Veyssièrre** presenta valores bajos de PA/T de ca. 25-30% lo cual es indicativo de un medio más abierto (Faure, 2012; Guenet, 1986). En este sentido, la brusca caída de los porcentajes de *Fagus*, *Betula* y *Alnus* en ca. 1000-1100 cal AD (PAZ V4b) indica un proceso de deforestación del sector y de las formaciones forestales de la

turbera (Fig. A.30). Esta deforestación se relaciona con una fuerte expansión de diversos apófitos, sobre todo *Rumex acetosa*-t (máx. ca. 9%), *Plantago lanceolata*-t y *Rumex*. Por otra parte, la fuerte expansión de *Cerealia*-t (ca. 6%), junto a la presencia de *Secale*, *Sinapis*-t y *Scleranthus*-t indican la existencia de campos de cereales a proximidad de la zona húmeda (Brun, 2010; Brun *et al.*, 2007; Court-Picon *et al.*, 2006), mientras que la presencia de *Fagopyrum* pone de manifiesto la introducción de este cultivo en la zona. Por otra parte, el marcado aumento de *Castanea* indica el desarrollo del cultivo de castaño, mientras que también se documentan las primeras evidencias de *Juglans* en esta secuencia. Todos estos datos ponen de manifiesto la diversificación del sistema agrario en este sector altitudinal.

En lo que se refiere a la vegetación local de la turbera de Veyssièrre, se pone de manifiesto el paso de una aliseda turbosa (*Alnus carr*) a una turbera minerotrófica rica en Cyperaceae (Cyperaceae-rich fen), según pone de manifiesto el marcado descenso de *Alnus* y el aumento de Cyperaceae y que indicaría un aumento y mayor estabilidad de la hidromorfía del suelo (Barthelmes, 2009; Wiebe, 1998; Clausnitzer, 2004). Esta afirmación se ve reforzada por el aumento de *Sphagnum* y la presencia de diversos taxones higrófilos como *Montia fontana*, *Menyanthes trifoliata* y *Potamogeton*, junto a la presencia de *Botryococcus* y *Turbellaria* que indicarían un medio rico en nutrientes (Kuhry, 1997; Haas, 1996). El hecho que a partir de esta zona polínica (PAZ V4b) se conserven mejor los MNP sugiere también un suelo permanentemente inundado o con menos oscilaciones de la *water table* (Barthelmes, 2009; Barthelmes *et al.*, 2012). Estas nuevas condiciones podrían haber sido inducidas por una mayor antropización en la zona y la desestabilización de las vertientes en los espacios intermedios, como lo sugieren los datos geoarqueológicos (Allée, 2003).

### **Las actividades agropastorales.**

Así pues, el conjunto de datos polínicos y paleoambientales obtenidos en el Mont Lozère ponen de manifiesto un desarrollo agropastoral generalizado que se inicia a partir de ca. 1200-1300 cal AD (Fig. A.34 y A.37). Esta actividad tuvo un fuerte impulso probablemente a causa de la influencia de las órdenes monásticas que se instalaron en el Mont Lozère y que

desarrollaron una importante actividad ganadera. En efecto, en el s. XII AD los Hospitaleros de San Juan de Jerusalén fundaron la comandaría de Gap Francès en la parte oriental del Mont Lozère. Esta comandaría fue adquiriendo grandes propiedades en los dos vertientes del Mont Lozère, en detrimento de los señores locales como por ejemplo los señores de Tournel (Hélas, 1989). La comandaría era propietaria de la reserva señorial en torno al núcleo del Hôpital (campos y prados), de amplias zonas de bosque y de los pastos de altitud del Mont Lozère (Marty, 1983). En estos territorios se desarrollaba una intensiva actividad ganadera (Bronstein, 2005). Los conflictos entre los diferentes poderes locales, y entre estos y el rey, fueron frecuentes entre los siglos XII y XIII AD. Los conflictos más comunes eran por cuestiones de homenaje, el ejercicio de la justicia y los derechos de pasto (Hélas, 1989). Los litigios por conflictos relativos al pastoreo entre el comandante del Gap Francès y los barones de Tournel fueron incesantes durante la Plena Edad Media, hecho que pone de manifiesto la importancia que adquirió la ganadería dentro de la economía del Mont Lozère al menos desde el s. XIII AD. En este sentido, los arbitrajes de 1248 y 1257 hacen referencia mayoritariamente a la ganadería ovina (Hélas, 1989). En esta época el sistema agrario se basa en el cultivo de centeno, cría de ganado bovino y la trashumancia (Servièrre, 1964). La comandaría es el principal agente en la organización de la trashumancia que le ofrece beneficios económicos y también el incremento de la productividad de sus tierras gracias al estiércol que aportan los ganados (Marty, 1983). Por otra parte, la presencia de una cabaña pastoral (estructura 28) asociada a uno de los grandes cercados de Countrasts que ha sido datada en ca. 1240-1285 cal AD refuerza la idea de la importancia del pastoralismo en este sector a 1400 m s.n.m. (Orengo *et al.*, 2011; Palet *et al.*, 2012; Servera Vives *et al.*, 2013).

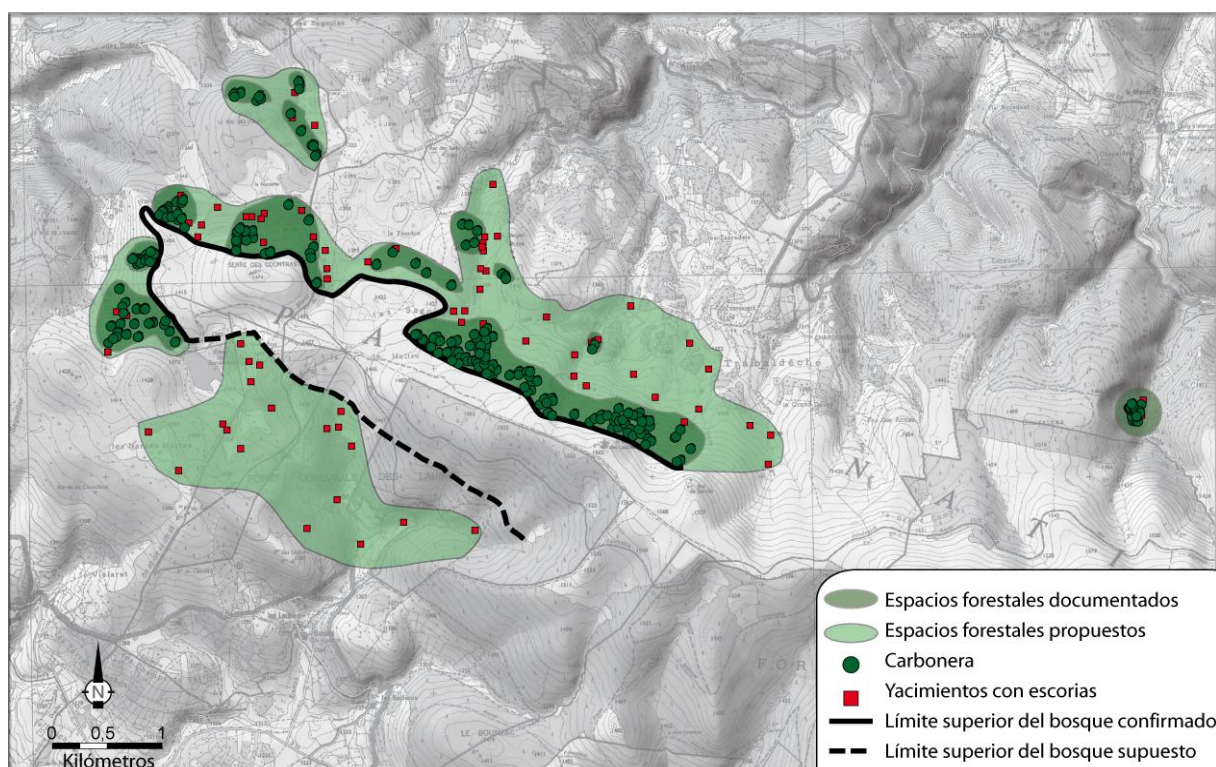
### **La gestión del bosque medieval: carboneo y actividades metalúrgicas.**

El incremento de los valores geoquímicos de Pb/Al a partir de ca. 1150-1250 cal AD en las secuencias de Countrasts y Narses Mortes indican el reinicio de las actividades metalúrgicas en el Mont Lozère con posterioridad a una fase de desintensificación de estas actividades desde el s. XIII cal AD (Servera Vives *et al.*, 2013; Julià, 2012; Baron *et al.*, 2005) (Fig. A.36). La expansión de actividades metalúrgicas en el Mont Lozère durante la Plena y Baja Edad

Media ha sido documentada arqueológicamente a partir de la presencia de 76 yacimientos de reducción de mineral localizados entre 1300 y 1500 m s.n.m. (Allée *et al.*, 2010; Bailly-Maître, 2010; Ploquin *et al.*, 2010; Paradis-Grenouillet, 2012; Allée & Paradis, 2007). Por el momento, se han datado radiocarbónicamente un total de doce yacimientos metalúrgicos de los cuales ocho aportan una datación entre ca. finales del s. IX y el s. XII cal AD, mientras que los otros cuatro se fechan entre ca. s. XIII-XIV cal AD. Como sugiere S. Paradis-Grenouillet (2012), cabe preguntarse sobre si esta distribución de fechas sería indicativa de una mayor intensidad de actividad metalúrgica centrada entre los siglos XI-XII o si bien se debe al azar en la selección de los yacimientos datados. Los datos geoquímicos permiten responder a esta cuestión puesto que estos indican un incremento de la contaminación de plomo a partir del s. XII-XIII cal AD y que indicarían, por lo tanto, la continuidad e incluso una intensificación de las actividades metalúrgicas durante los siglos XIII-XIV cal AD (Servera Vives *et al.*, 2013; Julià, 2012; Baron *et al.*, 2005).

El desarrollo de las actividades metalúrgicas va asociado al inicio de la gestión forestal encaminada a la obtención de carbón destinado al de proceso extracción del mineral mediante *grillage et reduction*, el procedimiento más común con anterioridad a los s. XIV-XV (Bailly-Maître, 2010; Mahé-Le Carlier *et al.*, 2010). En este sentido, la documentación de 231 carboneras en la cara norte y oeste del Mont Lozère sería indicativo de la importancia que adquirió la producción de carbón durante el periodo de la Plena y Baja Edad Media. Como en el caso de los yacimientos metalúrgicos, estas carboneras se sitúan entre 1300 y 1500 m s.n.m., por debajo de la ruptura de la pendiente (Allée *et al.*, 2010). El hecho de que no se encuentren carboneras en la vertiente sur se ha relacionado con un sesgo tafonómico debido a las reforestaciones que afectaron estos sectores y que habrían borrado las evidencias anteriores de carboneo. Se han datado un total de 27 plataformas de carboneo ofreciendo una cronología que se extiende desde finales del s. X hasta inicios del s. XV cal AD, aunque la gran mayoría de dataciones se concentran entre el s. XIII-XIV cal AD (Allée *et al.*, 2010; Paradis-Grenouillet, 2012; Paradis-Grenouillet *et al.*, 2011), coincidiendo por lo tanto con la máxima contaminación en plomo que muestran los estudios geoquímicos de secuencias turbosas (Baron *et al.*, 2005; Julià, 2012; Servera Vives *et al.*, 2013). Los estudios antracológicos muestran la utilización casi exclusiva de *Fagus* para la producción de carbón, en algunas

ocasiones acompañado de la presencia puntual de *Betula*, *Corylus*, *Salix* y *Quercus* y, en una plataforma del sector de Crussinas se documentaron importantes porcentajes de *Abies* (Paradis-Grenouillet, 2012; Paradis-Grenouillet *et al.*, en prensa). La localización de las carboneras se ha utilizado como indicador de la presencia local de bosque permitiendo establecer un límite superior del bosque confirmado en la cara norte y otro más hipotético en la cara sur, donde la localización de los yacimientos metalúrgicos serían posibles indicadores de la presencia de bosque puesto que éstos se sitúan generalmente a proximidad de las carboneras y por lo tanto de los recursos forestales (Fig. 42).



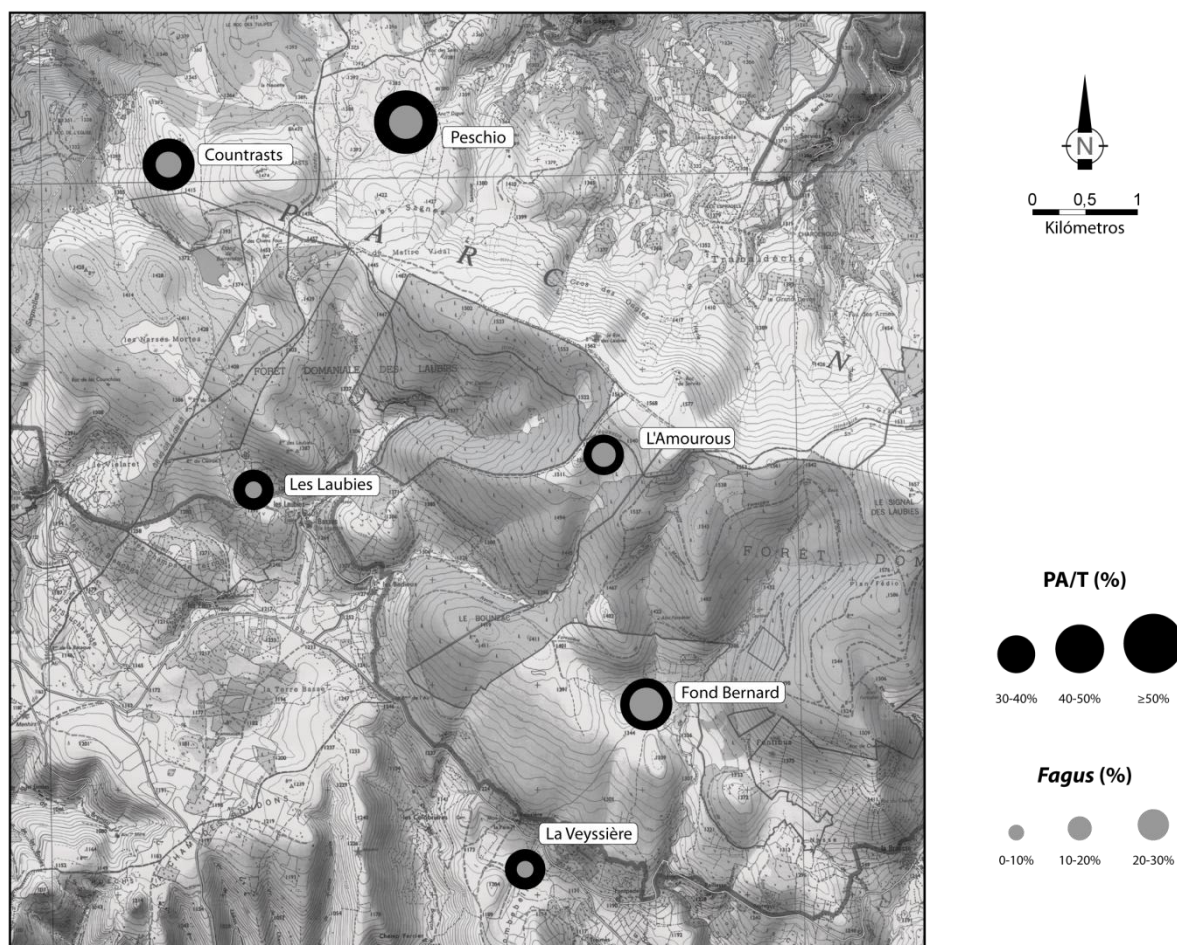
**Fig. 42-** Propuesta de la restitución de los antiguos espacios forestales carbonizados y del límite superior del bosque en el Mont Lozère durante la época medieval (modificado a partir de Paradis-Grenouillet, 2012 y Allée *et al.*, 2010).

La gestión monoespecífica del hayedo a partir del periodo plenomedieval plantea la cuestión sobre la fisonomía del bosque en este momento y por qué no se utiliza, por ejemplo, la madera de abeto. Los datos polínicos ponen de manifiesto que el abetal siempre habría tenido una presencia limitada en el Mont Lozère incluso durante el Suboreal respecto a otros macizos del Macizo Central (Reille, 1988, 1990; Beaulieu, 1974; Beaulieu *et al.*, 1988). Además,

la contracción del abetal parece haber tenido lugar durante la Alta Edad Media momento en que la fuerte expansión de las actividades agropastorales habría afectado las zonas forestales de los espacios somitales donde se habrían localizado preferencialmente los núcleos de abeto. La selección de la madera de haya en relación a la metalurgia viene explicada por un doble motivo: es la especie forestal dominante del bosque montano medieval donde se desarrollan la reducción del mineral y además este árbol presenta excelentes propiedades caloríficas (Paradis-Grenouillet *et al.*, en prensa).

Por otra parte, se han apuntado a diversas hipótesis para explicar la exclusiva distribución de las carboneras en la cara norte: sesgo tafonómico, condicionantes históricos (estructura de la propiedad, derechos de explotación, etc.) o una ausencia de bosque en la cara sur (Paradis-Grenouillet, 2012). Los datos palinológicos de los que disponemos actualmente permiten aportar nuevos indicios para responder a esta cuestión. En efecto, se documenta una mayor importancia del hayedo en la cara norte del macizo (secuencia de Peschio: Pulido, 2006), mientras que los espacios de cumbre y de la cara sur (Countrasts, Amourous, Veyssière y Laubies) presentan un medio semiabierto o abierto en este momento. Esto indicaría la posibilidad que la mayor concentración de carboneras en la cara norte sea en parte explicada por una mayor densidad del bosque, si bien las otras dos hipótesis no pueden ser descartadas siendo incluso complementarias. De todos modos, hay que tener en cuenta que se han documentado numerosas carboneras en la zona de Countrasts hecho que indica la presencia local del hayedo. Los valores relativamente bajos de PA/T y de *Fagus* en Countrasts podría deberse pues al hecho que la turbera se encontraría en límite forestal con los espacios abiertos destinados al pastoralismo que se expande sobre esta (Fig. 43).





**Fig. 43-** Mapa de representación de las frecuencias polínicas de PA/T y *Fagus* en las secuencias del Mont Lozère durante el periodo plenomedieval. Base cartográfica: Geoportail ©.

Se había apuntado que las actividades metalúrgicas habrían jugado un papel determinante en la deforestación del hayedo (Pulido, 2006; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2007). Sin embargo, los nuevos datos obtenidos ponen de manifiesto un aumento e incluso una estabilidad de la curva de *Fagus* en las secuencias de Countrasts, Amourous y Narses Mortes. Esto ha sido recientemente interpretado en relación a una gestión sostenible del bosque que viene apoyada por el estudio dendroantracológico que pone de manifiesto un predominio de madera de calibre inferior a 10 cm, tratándose de ramas de pequeño a mediano calibre, siendo una gestión que se mantiene homogénea durante el periodo metalúrgico (Paradis-Grenouillet *et al.*, en prensa; Servera Vives *et al.*, 2013). Efectivamente, no se observan diferencias significativas de calibre entre los diferentes sectores del Mont Lozère ni entre las diferentes cronologías analizadas (Paradis-Grenouillet, 2012). El hecho que sea a partir de ca.

1200-1300 cal AD cuando tiene lugar un nuevo descenso generalizado de los valores de hayedo en la mayoría de secuencias en relación al desarrollo de las actividades agropastorales sugiere que sea esta práctica la causa más determinante en la contracción significativa del bosque (ver subcapítulo siguiente).

### **Síntesis comparativa.**

En conclusión, los datos paleoambientales, arqueológicos e históricos del Mont Lozère sugieren el inicio de un sistema complejo y diversificado de los usos del suelo de la montaña durante la Plena Edad Media que integra pastoralismo, agricultura, minería, metalurgia y carboneo. En este sistema, el pastoreo parece haber ganado un papel más importante a partir del s. XIII cal AD aproximadamente, momento en que se reinicia la deforestación del hayedo. Cabe ponerse la cuestión sobre si el agropastoralismo y la metalurgia podrían haber entrado en una confrontación de prácticas para la gestión de los espacios forestales puesto que parece evidente que el pastoralismo implica la deforestación de todos los sectores estudiados a partir de ca. 1200-1300 cal AD mientras que la metalurgia parece conllevar el uso de una gestión sostenible de los bosques en estos espacios. Las actividades agropastorales predominan mayoritariamente en los sectores intermedios de la vertiente sur y en los espacios de cumbre, mientras que las actividades de carboneo lo hacen en la vertiente norte y oeste del Mont Lozère donde parece existir mayor reserva forestal, mientras que un desarrollo y o continuidad de actividades agropecuarias tiene lugar a proximidad de los núcleos de habitación (Laubies y Veyssière). En lo que se refiere a las actividades agrícolas, el descenso relativo de *Cerealia-t* durante la Plena Edad Media en Amourous y Countrasts sugiere una cierta contracción de las áreas dedicadas a la agricultura, hecho que podría indicar un declive de las actividades agrícolas en altitud. El hecho que los valores de polen de cereales en la secuencias de Font Bernard y de piedemonte (Laubies y Veyssière) se mantengan moderadamente elevados (entre 2,5 y 8%) e incluso se incrementen sugiere que los campos de cultivo parecen situarse en las cotas inferiores a 1300 m s.n.m a proximidad de los núcleos de población. En conclusión, el periodo plenomedieval se muestra así como un periodo de diversificación y complementariedad de prácticas (agrosilvopastoralismo y

metalurgia) en el que todos los espacios de montaña son gestionados, organizados y explotados en el seno de una estructura social y económica más compleja.

En el Aubrac, entre ca. 900 y 1000 cal AD tiene lugar un descenso de los indicadores de antropización y una cierta recuperación forestal y del hayedo (Servelle & Galop, 2006; Faure, 2012), siendo a partir de ca. 1000-1100 cal AD cuando se desarrollan las actividades agropastorales que afectan la cubierta forestal tanto en el Aubrac como en el Lévézou (Faure, 2012). Como en el caso del Mont Lozère, las deforestaciones serían impulsadas por los señores eclesiásticos y sobretudo el Hospital Monástico del Aubrac que se instauró a inicios del s. XII y que implicó el desarrollo del pastoralismo y la trashumancia en el sector (Pradalié & Hammon, 2006). Mientras tanto, en el Cantal entre ca. s. X y XII cal AD tiene lugar un desarrollo agropastoral como lo sugiere el aumento de *Cerealia-t* y de los apófitos. La arqueología documenta para este momento la presencia de posibles poblados posteriormente abandonados que se localizan a una altura máxima de 1285 m s.n.m (Nicolas *et al.*, 2012). Los datos arqueológicos y paleoambientales sugieren por tanto que los espacios superiores a 1250-1300 m s.n.m. se destinarían al pastoreo (Surmely *et al.*, 2009). Por otra parte, en el Morvan se documenta durante la Plena Edad Media una fase de continuidad de las deforestaciones iniciadas durante el periodo altomedieval y una continuidad e incluso expansión de las actividades agropastorales (Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2013). Los estudios geoquímicos realizados en diversas secuencias turbosas del Morvan muestran un aumento de las actividades metalúrgicas durante este periodo, hecho que se ha relacionado con las deforestaciones en el sector (Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2008).

En el sur de los Alpes franceses, en la Vallée de l'Argentière, se pone de manifiesto una intensa actividad minera durante la Plena Edad Media que se combina con un desarrollo agropastoral. La minería habría favorecido una gestión racional y sostenible del bosque subalpino siendo preservado para la explotación minera. En este sector, según los datos antracológicos, la minería habría favorecido la progresión de prados boscosos con *Larix* hasta el s. XIII, momento en que se expanden las actividades agropastorales (Py *et al.*, 2013, 2014). A escala regional en el Parc des Ecrins, este proceso de apertura se produce en un contexto de expansión de las actividades agropastorales durante la Plena y Baja Edad Media que se

documenta tanto arqueológicamente (presencia de diversas estructuras pastorales) como polínicamente (expansión de los indicadores polínicos de antropización y deforestaciones) (Walsh & Richer, 2006; Mocci *et al.*, 2005; Walsh *et al.*, 2013). Por otra parte, en el valle de Madriu (Pirineos Orientales) se ha evidenciado una diversificación de los usos de los espacios altimontanos con una fuerte importancia del carboneo a partir del s. XVI (Euba, 2009; Ejarque, 2009). Aunque esto ocurre con una cronología diferente en el Mont Lozère, lo interesante aquí es que estas actividades parecen no afectar el bosque subalpino en que se sitúan las carboneras entre los s. XIV y XVIII cal AD, mientras que las actividades pastorales se centran preferencialmente en los prados alpinos modelados por estas actividades en periodos anteriores (Ejarque, 2009).

Estos datos ponen de manifiesto que el Mont Lozère difiere de las dinámicas paisajísticas documentadas en numerosas regiones del Macizo Central, en que el periodo de la Plena Edad Media supone la expansión de las actividades agropastorales y deforestaciones en el bosque montano. Parece ser que el desarrollo de las actividades metalúrgicas y del carboneo podría haber favorecido una preservación del hayedo en algunos sectores del Mont Lozère (Paradis-Grenouillet *et al.*, en prensa), al menos hasta el desarrollo de la gran trashumancia vertical asociada a la instalación de las órdenes monásticas en el sector. El peso de la metalurgia en la conservación del bosque ha sido sugerido en otros sectores de montaña como los Alpes o los Pirineos (Py *et al.*, 2014; Ejarque, 2009). En efecto, la expansión de los indicadores agropastorales a partir del s. XIII-XIV cal AD en el Mont Lozère coinciden con el inicio del descenso definitivo de los hayedos, indicando que sería el agropastoralismo la actividad que mayormente induciría las deforestaciones en el macizo.

#### 7.2.10 Del s. XIII a finales del s. XVII AD: gestión de las landas y formaciones herbosas de las cumbres en el marco de un complejo sistema agropastoral.

A partir de ca. 1200-1300 cal AD (PAZ A6), la secuencia de **Amourous** registra un nuevo descenso de los valores de PA/T (ca. 18%) valores que son ya indicativos de un medio completamente abierto (Faure, 2012; Miras, 2009; Guenet, 1986) como consecuencia del notable retroceso de *Betula*, *Pinus*, *Corylus*, *Alnus* y *Fagus* y que indicaría la culminación del proceso de deforestación en las cumbres del Mont Lozère iniciado en el periodo precedente (Fig. A.26). La presencia de macrocarbones indica que la apertura del medio en estos sectores somitales se realiza y mantiene mediante el uso de quemas continuadas. Asimismo, el aumento de Poaceae indica la extensión de formaciones de gramíneas de altitud. El aumento de apófitos tales como *Plantago lanceolata*-t, *Rumex acetosa*-t y *Artemisia*, indican el máximo de presión antrópica de toda la secuencia entre ca. 1300 y 1500 cal AD. El aumento de *Calluna* (con valores que alcanzan ca. 40%) es el resultado de la expansión de landas secas de brezos en los espacios de cumbre como consecuencia de la degradación de suelos resultado de una mayor presión pastoral (Miras, 2009; Gaillard *et al.*, 1992). Esta gestión de los espacios abiertos en relación al agropastoralismo que incluyen quemas periódicas y expansión de landas de *Calluna* se observa también en las secuencias de Countrasts y Narses Mortes (Pulido, 2006) e implicaría una gestión homogénea de los espacios planos somitales asociada a un uso agropastoral (Servera Vives *et al.*, 2013), indicando pues que los herbazales y landas de altitud descienden hasta una cota de ca. 1350-1400 m.s.m. El aumento de Ti y la presencia continua de *Glomus* en la secuencia de Amourous indicaría el aumento de procesos erosivos como consecuencia de estas quemas y de la presión agropastoral (Fig. A.5 y A.35). Por otra parte, el aumento de Cerealia-t y de *Secale* taxones que alcanzan el máximo valor de la secuencia de Amourous, junto a la presencia de taxones adventicios como *Papaver roheas*-t y *Centarea cyanus*-t, indicaría el desarrollo de actividades agrícolas a menor altitud pero a cotas elevadas. También, el incremento de *Castanea* y la presencia de *Juglans* indicarían la expansión de la arboricultura a menor altitud. Cabe señalar que es en ca. 1500 cal AD cuando se iniciaría un hiatus en la secuencia de Amourous y que se documenta tanto a nivel polínico

(marcado aumento de *Pinus* y caída súbita de *Calluna*) como geoquímico (marcado incremento de Zn y Mn).

La secuencia de **Countrasts** también evidencia un retroceso de los valores de PA/T (25-40%) a partir de ca. 1200-1300 cal AD (PAZ C3 y C4), debido al retroceso de *Fagus*, *Abies*, *Pinus* y *Quercus* caducifolio (Fig. A.27). El hecho que se produzca una contracción de *Fagus* y de *Quercus* caducifolio indicaría que estas deforestaciones afectan a todos los sectores altitudinales del macizo. Por otra parte, el aumento de *Betula* puede interpretarse en relación a su papel como heliófilo y colonizador precoz de espacios clareados y/o deforestados pero también como potencial colonizador de la turbera en el contexto de un proceso de ombrofización (Manneville *et al.*, 2006). Además, el descenso de Cyperaceae, de tecamebas y microrrestos faunísticos sugiere un medio menos húmedo que, junto al incremento de *Calluna*, indicarían la ombrofización de la turbera (Servera Vives *et al.*, 2013). Por otra parte, la desaparición de *Abies* en este momento sería indicativo de la desaparición de los núcleos de abeto en este sector. El aumento de la frecuencia y concentración de macrocarbones a partir de este momento pueden ponerse en relación a la existencia de quemados periódicos para el mantenimiento de los espacios abiertos, práctica también documentada en Amourous. Al igual que lo observado en Amourous, el aumento de *Glomus*, Ti, Na/Al y Fe/Al sugieren el aumento de los aportes detríticos en la turbera hecho que puede ponerse en relación con la existencia de procesos erosivos a consecuencia de la deforestación y de los quemados (Fig. A.10 y A.36).

El descenso de los indicadores locales de pastoreo en la secuencia de Countrasts, principalmente hongos coprófilos, puede ser el resultado de un menor atractivo para el ganado de las zonas ombrofizadas. De todos modos, una mayor presión agropastoral se pone de manifiesto en el entorno de la turbera con el aumento de apófitos (*Rumex acetosa*-t, *Rumex*, *Plantago lanceolata*; presencia de *Bellis*-t, *Urtica*-t, *Galium* y *Artemisia*). El incremento de los valores de Poaceae y de *Calluna* entre ca. 1250 y 1650/1700 cal AD indicaría que los espacios de cumbre están dominados por formaciones herbosas de gramíneas y por landas de brezo, como ya había sido evidenciado en Amourous y Narses Mortes (Pulido, 2006). Estas evidencias indican que el pastoreo parece haber sido la causa de la deforestación en estos espacios de cumbre, situando las formaciones herbáceas y landas hasta una cota de

1350 m. El uso del fuego podría haber jugado un importante papel en la gestión de estas landas y la optimización de los pastos (Chevalier, 2009; Miras, 2009). De hecho, se ha puesto de manifiesto como las quemas periódicas pueden ser beneficiosas para el mantenimiento de las landas, puesto que favorecen la germinación de las semillas (Nilsen *et al.*, 2005; Stevenson & Rodes, 2000; Valbuena *et al.*, 2000). Este tipo de gestión de estos espacios se basaría en la alternancia de pastos herbáceos y de landas (Chevalier, 2009). En consecuencia, esta gestión del medio pastoral explicaría el aumento de polen de *Calluna* y Poaceae en las secuencias situadas por encima de los 1400 m s.n.m., como Countrasts, Amourous y Narses Mortes. La necesidad de obtener espacios de pasto más amplios dentro de un sistema trashumante habría favorecido el mayor desarrollo de un sistema agropastoral extensivo en las cumbres y que puede ir ligado al desarrollo pastoral favorecido por la instalación del Hôpital en el Mont Lozère (Jaudon *et al.*, 2006; Bronstein, 2005). Por otra parte, el aumento de los cultivos tanto herbáceos como arbóreos (Cerealía-t, *Secale*, *Cannabis*-t, *Castanea*, *Juglans* y *Olea*) junto a la presencia de taxones adventicios como *Centaurea cyanus*-t, *Sinapis*-t y *Scleranthus*-t, indican la expansión de las actividades agrícolas a altitudes inferiores.

En **Narses Mortes** (Pulido, 2006), el descenso de los valores de PA/T (ca. 46-30%), *Fagus*, *Betula* y *Corylus* evidencia también el proceso de deforestación entre ca. 1180 y 1500 cal AD ya documentado en otras las otras secuencias estudiadas (Fig. A.32). Esta tendencia coincide con un aumento de los indicadores polínicos de antropización como *Rumex* y *Artemisia* que, junto a la presencia de otros apófitos como *Plantago lanceolata*-t, Urticaceae y *Plantago major/media*, indican un aumento de la presión pastoral en este sector del suroeste del Mont Lozère. Asimismo, el aumento de Poaceae y *Calluna* junto a la presencia recurrente de macrocarbones indica la expansión de landas y prados que serían mantenidos mediante quemas periódicas. Por otra parte, el notable aumento de Cerealía-t y *Castanea*, y la presencia de *Juglans*, muestra el incremento de los cultivos tanto herbáceos como arbóreos.

En la vertiente noroeste del macizo, la secuencia de **Peschio** (Pulido, 2006) muestra también un descenso de los valores porcentuales y de concentración polínica de *Fagus* a partir de ca. 1250-1350 cal AD, hecho que pone de manifiesto la deforestación del hayedo en este sector (Fig. A.31). Además, el incremento de las frecuencias de Poaceae, *Rumex*, Chenopodiaceae y *Artemisia*, indica un aumento de la frecuentación pastoral en este sector altitudinal.

En los espacios intermedios, la secuencia de **Font Bernard** muestra un proceso de deforestación del hayedo a partir de ca. 1200-1250 cal AD (PAZ F2b y F2c). Sin embargo los valores de *Fagus* de ca. 10-15% y los valores de PA/T de ca. 40% indican un medio semiabierto en el cual se podrían haber mantenido algunos núcleos de hayedo en el sector (Fig. A.28). El aumento de *Betula* y *Pinus* en esta fase puede relacionarse con la colonización de estos espacios abiertos. Por otra parte, los altos valores de Poaceae (ca. 35 %) y el aumento de apófitos (*Rumex acetosa*-t, *Rumex*, *Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*-t, *Artemisia*, *Galium*; presencia de *Urtica*-t), junto a valores notables de hongos coprófilos (*Sordaria*, *Sporormiella* y *Cercophora*) y diversos indicadores de eutrofización (espermátóforos de *Copepoda*, *Spirogyra*, HdV-179, *Zygnema*, *Anabaena*, *Gyatrix hermaphroditus* y *Micolyelia armigera*) sugieren una mayor presión y frecuentación ganadera en la turbera y sus alrededores (Fig. A.14) (Geel *et al.*, 1994; Haas, 1996). Por otra parte, el aumento de Cerealita-t (ca. 2,5%) y la presencia de *Secale* indican una extensión de las superficies cultivadas probablemente en cotas de menor altitud. Por otra parte, la curva continua y en progresión de *Castanea* y la presencia de *Juglans* indica la presencia de estos cultivos arbóreos a menor altitud.

En los espacios de piedemonte, la secuencia de **Laubies** muestra un descenso de los valores de PA/T (ca. 20%) a partir ca. 1250-1300 cal AD (PAZ L3b, L3c e inicios de L4), mostrando un proceso de deforestación que afecta muy especialmente al hayedo que llega a alcanzar valores mínimos de tan sólo el 1%, evidenciando la retracción generalizada en nuestra zona de estudio a partir de la Baja Edad Media, como se evidencia en los otros diagramas (Fig. A.29). Esta fase se caracteriza también por la casi desaparición de macrocarbones en la secuencia de Laubies, hecho que sería coherente con un medio ya completamente abierto en el que tiene lugar unas prácticas más estables que sería coherente con la proximidad y estabilidad de un núcleo de hábitat de Les Laubies. Por otra parte, el notable aumento de *Glomus* entre ca. 1300 y 1400 cal AD podría indicar el aumento de la erosión debido la desestabilización de las vertientes asociado a la apertura del medio (Anderson *et al.*, 1984; Geel *et al.*, 2003), proceso también observado en las secuencias precedentes. La tendencia al alza de diversos taxones nitrófilos y ruderales como *Rumex acetosa*-t, *Chenopodiaceae*, *Plantago lanceolata*-t y *Rumex* indican el aumento de la presión pastoral, que alcanza una máxima intensidad entre ca. 1550 y 1650 cal AD. La abundancia y diversidad de esporas



coprófilas (*Sordaria*, *Sporormiella*, *Podospora* y *Apiosordaria verruculosa*) indicarían la presencia local de ganado en la zona húmeda. Además, el incremento de HdV-179 y *Anabaena* y la presencia de *Rivularia* indicarían unas condiciones más eutróficas del medio debido a la fertilización del ganado de la zona húmeda (Geel *et al.*, 1989, 1983, 1994). Por otra parte, *Cerealía-t* (ca. 8%) y *Secale* (ca. 2%) alcanzan los valores máximos de la secuencia de Laubies hecho que, conjuntamente a la presencia de *Sinapis-t*, indica la existencia de campos de cultivo a proximidad de la turbera, lo cual se relaciona con la proximidad del hábitat del pueblo de Laubies. Por otra parte, la presencia constante de *Castanea* y el aumento de *Juglans* indicarían la existencia de cultivos arbóreos.

Por otra parte, esta fase de desarrollo agropastoral en Laubies coincide con cambios en la vegetación local de la turbera puesto que el aumento de Cyperaceae, HdV-18 (un posible parásito de *Eriophorum vaginatum*), y la presencia de *Arthrinium kamtschaticum* indicarían el desarrollo de comunidades de ciperáceas en la turbera (Mauquoy & Geel 2007; Gauthier, 2012). De hecho, el aumento de zigosporas de *Mougeotia* (López-Sáez *et al.*, 1998) sugiere una aumento de la humedad y las variaciones en HdV-18 han sido previamente relacionadas con cambios en las condiciones hídricas de la turbera asociadas a la deforestación que implica un mayor drenaje de agua hacia la turbera y un aumento de la humedad en superficie (Innes *et al.*, 2010). La regresión de *Calluna* en esta fase podría ser en parte el resultado a esta dinámica hídrica hacia condiciones más húmedas.

En los sectores de piedemonte, la secuencia de **Veyssiére** muestra también un desarrollo agropastoral que conlleva una mayor apertura del medio (valores de PA/T de ca. 20%) debido principalmente al descenso de los valores de *Quercus caducifolio* y que se representa también en las secuencias de Amourous, Laubies y Font Bernard (PAZ final V4b) (Fig. A.30). Los altos valores de Poaceae (ca. 40%) y el incremento de taxones apófitos como *Rumex acetosa-t* (máx. ca. 20%), *Artemisia* y *Galium* indica una mayor presión pastoral en el sector. Sin embargo, esta dinámica de aumento de la presión agropastoral se ve truncada entre ca. 1400-1600 cal AD, según evidencian los descensos de Poaceae, *Cerealía-t* y diversos taxones apófitos (*Rumex acetosa-t*, *Rumex* y *Plantago lanceolata-t*) junto una ligera recuperación forestal como lo muestra el incremento de *Betula*, *Fagus*, *Alnus* y de PA/T (PAZ V5). En concreto, la subida de los valores de *Alnus* indicaría que la menor presión pastoral también concierne la

turbera permitiendo la regeneración de la aliseda, mientras que la subida de *Betula* indica probablemente la colonización de zonas anteriormente dedicadas a actividades agropastorales.

### **La expansión agropastoral y deforestación del macizo.**

Los datos polínicos de las secuencias estudiadas en el Mont Lozère indican un proceso de deforestación que afecta todos los sectores altitudinales (retracción del hayedo y del robledal) a partir de ca. 1200-1300 cal AD (Fig. A.34 y A.37). El aumento de los taxones apófitos en todas las secuencias indica que esta deforestación va ligada al desarrollo generalizado del agropastoralismo. Los datos históricos corroboran que durante la Baja Edad Media tiene lugar un aumento de la importancia del pastoreo, como lo sugiere la abundancia de regalías y diezmos que implicaban a la ganadería y a los derechos de pasto. Este sistema agropastoral es el resultado de un aumento del ganado local y trashumante durante el periodo bajomedieval y moderno (Jones, 2004; Moriceau, 1999; Hélas, 1998). La importancia de la trashumancia en el Mont Lozère queda bien manifiesta en documentos del Gap Francès mediante las abundantes referencias a derechos sobre el agua, pastos y bosques para el ganado, las numerosas tasas y diezmos relativos al ganado y la multiplicación de nuevos contratos de enfiteusis relativos a derechos de pasto (Hélas, 1979). En esta época el sistema agrario se basa en el cultivo de centeno, cría de ganado bovino y la trashumancia (Servière, 1964). El impulso de la ganadería local en Época Moderna y los ganados trashumantes permitían a las regiones de montaña un equilibrio económico donde el señor y el arrendatario obtenían beneficios (Hélas, 1998). Además, los datos arqueológicos de Countrasts documentan una estructura pastoral (cabaña/cercado) fechada en ca. 1490-1640 cal AD que confirma la importancia del pastoralismo en este sector durante la época moderna (Orengo *et al.*, 2011). Por otra parte, se evidencia la existencia de la práctica agroganadera de las denominadas *nuits de fumature* que consiste en la fertilización de las tierras poco productivas durante un determinado periodo de tiempo mediante la estancia del ganado que aporta estiércol (Hélas, 1979). Esta práctica agrícola permite el cultivo de centeno en las zonas de montaña del Macizo Central caracterizadas por su escaso rendimiento

agrícola, por lo cual la fertilización deviene imprescindible para el cultivo cerealista y constituye un elemento que permite el desarrollo de agricultura en altitud (Fel, 1984; Moriceau, 1999).

En este sentido, el notable aumento de los valores de polen de cereal en las secuencias de Narses Mortes (3%), Amourous (3,5%), Countrasts (4%) y Laubies (9%) indicaría que los campos de cultivo podrían haberse desarrollado a cierta altitud, en los sectores de Laubies entorno a los 1280 m s.n.m. Sin embargo, son Veyssière (máx. 8%) y Laubies las secuencias en que se documentan los valores más elevados de *Cerealia-t*, indicando que los principales sectores agrícolas se localizan a proximidad de los núcleos de población. Aunque en este sistema agropastoral participa el ganado comunal local, es principalmente el ganado trashumante proveniente del llano del Languedoc el que alimenta el sistema (Jones, 2004; Jaudon *et al.*, 2010; Moriceau, 1999). A partir del s. XVII se producen cambios en el sistema agrario del Gévaudan, incrementándose el peso de los ganados locales en las zonas de menor altitud, relegándose los ganados trashumantes a las zonas por encima de los 1200 m donde se requiere de la fertilización para completar el sistema agrícola (Rieutort, 2006; Delaspre, 1985). De todos modos, el aumento demográfico ocurrido los s. XVI y XVII produjo desequilibrios en el agro-sistema de las zonas de montaña, ya que el ganado local no produce suficiente estiércol como para mantener un sector agrícola demasiado orientado en el monocultivo cerealista de centeno (Marty, 1983; Moriceau & Madeline, 2005; Moriceau, 1998; Delaspre, 1985). En este marco, el sistema de *nuits de fumature* resulta indispensable para permitir el cultivo de centeno en altitud.

Por otra parte, el aumento notable de los valores de *Castanea* a partir de ca. 1400-1500 en la mayoría de secuencias (Amourous, Peschio, Font Bernard, Narses Mortes y Countrasts) indica el desarrollo de los cultivos de castaño a finales de la Baja Edad Media e inicios de la Edad Moderna. El desarrollo del cultivo de castaños a partir de la Baja Edad Media y Edad Moderna también se ha documentado en otros sectores del Macizo Central como el Cantal (Surmely *et al.*, 2009), el Aubrac (Faure, 2012), Puy de Dôme (Miras *et al.*, 2004) o Corrèze (Miras *et al.*, 2013a). La mayor demanda de alimentos durante la época moderna hace de las castañas un alimento imprescindible para complementar las cosechas de cereales (Marty, 1983; Joutard, 1989), hecho que podría explicar el incremento de los valores de *Castanea* en

los diagramas polínicos por la necesidad de completar los recursos alimenticios para la creciente población. Por otra parte, las recurrentes menciones a plantaciones de castaño en los registros de propiedad del Gap Francès de 1444 subrayan la importancia del castaño en la economía cevenol y su extensión en el territorio (Hélas, 1979).

### **Síntesis comparativa.**

En conclusión, la Baja Edad Media y Época Moderna suponen una expansión notable del agropastoralismo que conlleva la deforestación generalizada en todos los sectores altitudinales. El sistema agrario implica un mayor desarrollo tanto de las actividades intensivas (*nuits de fumature*) como extensivas (pastoreo local y trashumante). El aumento poblacional e incremento de la demanda documentado por la documentación histórica tiene su manifestación palinológica al alcanzar los cereales su máximo en todas las secuencias estudiadas. Por otra parte, los datos arqueológicos ponen de manifiesto que las actividades metalúrgicas y el carboneo, evidenciadas mediante los yacimientos con escorias, talleres metalúrgicos y carboneras cesan su actividad en torno a inicios del s. XV cal AD (Allée *et al.*, 2010; Paradis-Grenouillet *et al.*, 2011). Esto supuso una transición de un sistema agrosilvopastoral a otro de eminentemente agropastoral, el cual implica la deforestación sistemática de todos los sectores altitudinales y el mantenimiento de los pastos y landas en altitud mediante quemas periódicas.

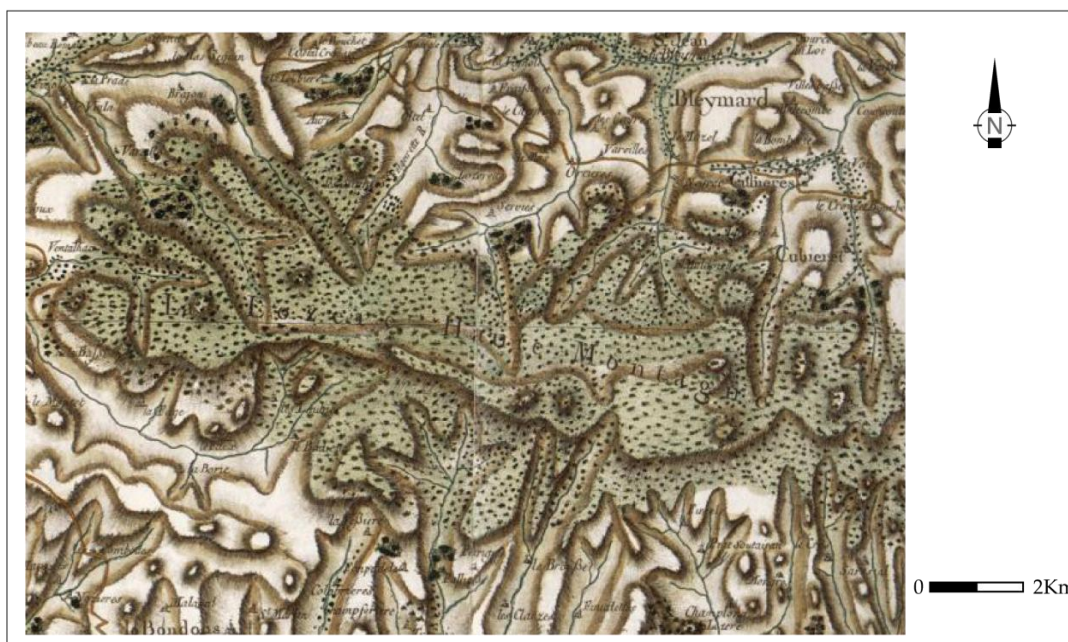
En un contexto más amplio, en el Aubrac y el Lévezou se pone de manifiesto una contracción transitoria de las actividades agropastorales durante la Baja Edad Media, para reiniciarse un periodo de fuerte presión sobre el medio hasta s. XVI y una diversificación del agrosistema como lo muestran las primeras evidencias de cultivo de trigo sarraceno y de cáñamo (Faure, 2012; Servelle & Galop, 2006). A partir del s. XVI, estos sectores muestran evoluciones paisajísticas diferenciadas. En el *plateau* del Aubrac se documentan diversas fases de contracción de las actividades agropastorales que se han puesto en relación con la Pequeña Edad del Hielo, la Guerra de los Treinta Años y con epidemias (Faure, 2012). El sector occidental del macizo forestal muestra de hecho una historia forestal diferenciada al

evidenciarse una marcada recuperación del hayedo coincidiendo con una retracción de las actividades agropastorales y metalúrgicas. Por otra parte, el Lévézou registra una expansión generalizada de las actividades agropastorales con un repliegue transitorio en el s. XVII cal AD (Faure, 2012). En el Cantal los datos polínicos ponen de manifiesto un aumento de la antropización a partir de ca. s. XV cal AD, como lo sugiere el aumento de los indicadores agrícolas (*Cerealia-t*, *Secale*, *Castanea* y *Juglans*) y de taxones apófitos. Los datos arqueológicos y polínicos aquí apuntan a la existencia de una ganadería estacional que implica diversos sectores altitudinales (Surmely *et al.*, 2009). En la Chaîne des Puys la Baja Edad Media y la Edad Moderna corresponden a una fase de fuerte impacto agropastoral que implica procesos de deforestación con fases de erosión que se perciben en el lago de Aydat (Miras *et al.*, 2013; Lavrieux *et al.*, 2013). En el Plateau de Millevaches la Edad Moderna corresponde también a una fase de deforestaciones con importancia de las actividades pastorales que implican a partir del s. XVI cal AD la regresión de landas con brezos en beneficio de formaciones herbáceas más interesantes desde el punto de vista pascícola (Miras *et al.*, 2010b). También en el Morvan la Época Moderna corresponde a una fase de expansión agropastoral y de arboricultura (castaños y nogales) que implican la deforestación del hayedo (Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2013). En resumen, los datos obtenidos en el Mont Lozère son coincidentes con los obtenidos en el conjunto del Macizo Central que muestran un proceso de continuidad o ampliación de las deforestaciones en relación a una fase de expansión agropastoral.



### 7.2.11 De ca. s. XVIII hasta la mitad del s. XIX: Continuidad de las deforestaciones y auge agropastoral.

Con posterioridad a un corto periodo de retracción de la presión agropastoral a finales del s. XVII-inicios del s. XVIII, el nuevo descenso de los valores de PA/T entre ca. 1750 y 1870 cal AD implica la práctica desaparición de *Fagus* en la mayoría de diagramas, así como el descenso de *Quercus caducifolia* en Veyssièrre, Countrasts, Font Bernard y Laubies indica que la apertura del medio también tiene lugar en cotas de menor altitud (Fig. A.34). Esta configuración del paisaje es coherente con la representación del mapa de Cassini de la segunda mitad del s. XVIII en el cual se aprecia que el Mont Lozère presenta un paisaje totalmente abierto dominado por landas (Fig. 44). Sin embargo, el aumento de Poaceae y la retracción de *Calluna* en las secuencias de Countrasts y Peschio a partir de ca. 1800 cal AD serían indicativos de una gestión de los pastos a favor de las formaciones herbáceas de gramíneas de mayor valor agronómico, proceso que también ha sido descrito en el Plateau de Millevaches (Miras *et al.*, 2010b), mientras que la presencia de macrocarbones indicaría la utilización de quemados para la renovación de pastos. Los valores notables de taxones nitrófilos y ruderales como *Rumex acetosa*-t, *Plantago lanceolata*-t, *Galium* y *Artemisia* junto a la presencia de hongos coprófilos como *Sordaria*, *Sporormiella*, *Podospora* y *Apiosordaria verruculosa* indica la expansión de las actividades pastorales en el sector de Countrasts (Cugny *et al.*, 2010; Ejarque *et al.*, 2011; Geel *et al.*, 2003). Este hecho también viene confirmado por el aumento en P/AI en la secuencia de Countrasts lo cual mostraría que la frecuentación pastoral podría haber contribuido a un enriquecimiento en nutrientes de la turbera (Servera Vives *et al.*, 2013).



**Fig. 44-** Carte de Cassini (finales del s. XVIII). Fuente: Geoportail ©.

En el sector de **Laubies**, los altos valores de Poaceae y la presencia de *Lathyrus-t*, *Trifolium-t*, *Lotus-t*, *Stellaria-t* y *Astragalus-t* podrían ser indicativos de la presencia de prados forrajeros, un espectro similar a los documentados en diversos trabajos de referencial actual de esta práctica (Court-Picon *et al.*, 2006; Gaillard, 2007, Gaillard *et al.*, 1994; Faure, 2012; VVAA, 2007; Hjelle, 1999). Esto sería coherente con cartografía histórica puesto que la *Carte de l'État-Major* (1820-1866) muestra la presencia de prados en la zona de Laubies (Fig. 45). Por otra parte, los altos valores de Cerealia-t y la presencia de taxones adventicios como *Centaurea cyanus-t* y *Scleranthus-t* en las secuencias de Laubies y Veyssièr (ca. 5-6%) indican que las actividades agrícolas se localizan principalmente a proximidad de los núcleos de población. Por otra parte, la presencia de *Linum usitatissimum* en Veyssièr indicaría la presencia de cultivo de lino a proximidad de la turbera y la diversificación de agrosistema, el cual se completaría con la extensión de la arboricultura de castaño y de nogal como lo sugieren los elevados valores de *Castanea* y la presencia de *Juglans*. Por otra parte, los bajos valores de polen de cereal en Font Bernard (inferiores a 2%), el mantenimiento notable de los apófitos y presencia de diversos hongos coprófilos sugieren que este sector se centra principalmente en una gestión pastoral.





**Fig. 45-** Carte de l'État-Major de la zona de Laubies en la que se muestra la presencia de prados en el entorno de Laubies. Elaboración propia a partir de Geoportail©.

En conclusión, entre ca. 1750 y 1850/1870 cal AD, el mínimo del bosque documentado en la mayoría de secuencias junto al aumento de los indicadores agropastorales sugiere una fase de expansión máxima de las actividades agropastorales. La contracción de *Calluna* y aumento de *Poaceae* en diversas secuencias de altitud (Countrasts, Peschio y Narses Mortes) apunta a favor de una mayor intensidad agropastoral con el desarrollo de formaciones de gramíneas con mayor interés agronómico. Los datos históricos apuntan que a principios del s. XIX tiene lugar un incremento de la producción agrícola, gracias a la introducción del cultivo de patatas y al progreso del cultivo de centeno (Marty, 1983). La ocupación del suelo es máxima en este momento: parcelas cultivadas, utilización de prados y pastos, landas pastoreadas, etc. El ganado local está principalmente destinado al sector bovino. Esto supone un aumento del estiércol disponible y, por consiguiente, de la producción agrícola así como la mejora de la calidad de los forrajes. La trashumancia sigue siendo importante aunque ya no juega un papel central dentro del agrosistema dado que las *nuits de fumature* ya no son necesarias (Marty, 1983). Así pues, el ganado trashumante no ocupa más que las tierras comunales de altitud ya que las zonas bajas cercanas a los pueblos son pastoreadas por los

rebaños locales (Marty, 1983). La combinación de datos paleoambientales y arqueológicos apuntan pues a una presión pastoral maximizada durante este periodo y que ocurre en un contexto eminentemente deforestado.

### 7.2.12 De mitad del s. XIX hasta la actualidad: declive agropastoral y la fase de reforestación del macizo.

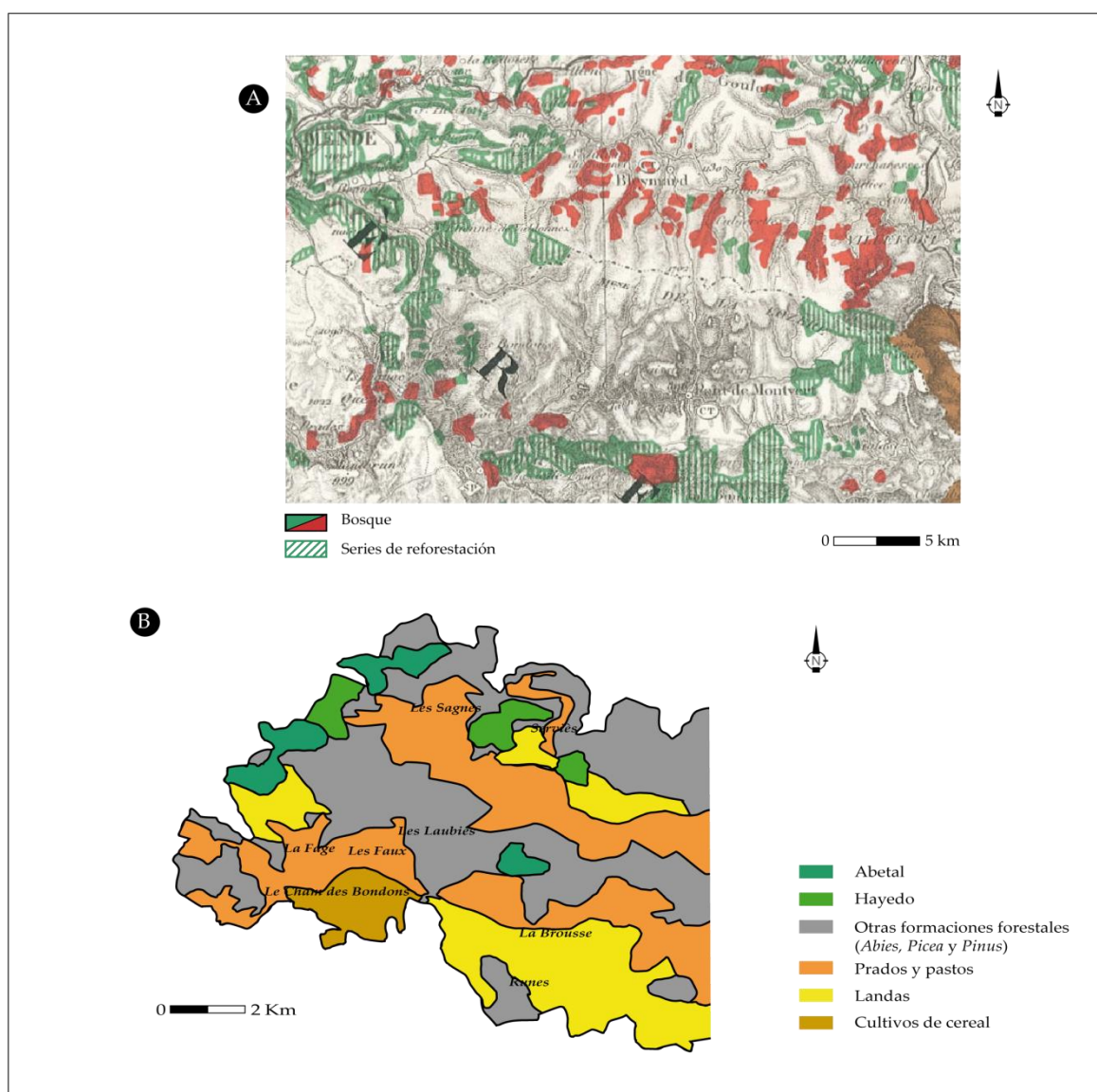
El periodo entre ca. 1850/1900 y la actualidad, corresponde a la fase de declive de la trashumancia, el éxodo rural y las reforestaciones. El auge de los valores de *Pinus* documentado en todas las secuencias se debe poner en relación con la política de reforestaciones iniciada en el Mont Lozère a finales del s. XIX, si bien los pinares se podrían haber beneficiado del relativo abandono de las actividades agropastorales para expandirse debido a su papel como taxón pionero (Curt *et al.*, 2003; Jestin, 1998; Saboulin Bollena, 1983) (Fig. A.26, A.27, A.28., A.29, A.30, A.31 y A.32). La presencia de *Picea* en ca. 1900-1950 en las secuencias de Amourous, Laubies y Veyssièrre es coherente con la segunda ola de replantaciones que implican la siembra de esta especie entre 1925-1935 (Carbonne, 1997; Martin *et al.*, 2002). Por otra parte, el aumento de los valores de *Abies* en las secuencias de Font Bernard en torno a ca. 1950-2000 debe ponerse en relación con las reforestaciones realizadas en la década de 1970 en el Mont Lozère (Martin *et al.*, 2002).

El descenso de los taxones apófitos se documenta en todas las secuencias y sería indicativo de una menor presión agropastoral en el macizo, mientras que el descenso generalizado de *Cerealia-t* y de *Secale* sugieren una reducción de los campos de cultivo que debe asociarse al éxodo rural que significó un fuerte descenso poblacional. La presencia de esporas coprófilas en Amourous (*Sordaria*, *Sporormiella*, *Coniochaeta* cf. *ligniaria* y *Apiosordaria verruculosa*) indica la presencia local de ganado en la zona húmeda (Geel *et al.*, 1983; Cugny *et al.*, 2010; Davis & Shaffer, 2006). La secuencia de Narses Mortes, muestra el aumento notable de Poaceae y de algunos apófitos como *Galium* y *Rumex* a mediados del s. XX sugiere una reactivación de la actividad pastoral en este sector del suroeste del Mont Lozère y que puede ir en relación al desarrollo del sector bovino y la creación del Parque Nacional de Cévennes que permitió incentivó la puesta en valor de los espacios somitales (PNC, 2007a; Marty, 1983). Por otra parte, en Veyssièrre, el descenso de los valores de *Fagus*, *Alnus*, *Betula* y *Corylus* indican que este sector de llano continua siendo ocupado y gestionado activamente. De todos modos, el descenso notorio de *Rumex acetosa-t* podría indicar una menor presión pastoral sobre el medio, aunque la presencia de pastoralismo en el sector se hace manifiesta por la presencia de diversos taxones nitrófilos y ruderales (*Rumex*, *Chenopodiaceae*, *Galium*, *Polygonum*

*aviculare*-t), de esporas coprófilas (*Sordaria*, *Sporormiella*, *Coniochaeta* cf. *ligniaria* y *Podospora*) y de indicadores de eutrofización como *Anabaena*, espermatóforos de *Copepoda*, *Gyratrix hermaphroditus*, *Micodalyelia armigera* y HdV-179 (Geel *et al.*, 1989, 1994; Haas, 1996). En definitiva, se pone de manifiesto un cierto mantenimiento agropastoral, principalmente orientado al pastoralismo, en los sectores de Narses Mortes, Amourous, Veyssièrre, mientras que otros sectores como Countrasts, Laubies y Font Bernard muestran signos de una desintensificación agropastoral. Finalmente, el aumento de macrocarbones en los sectores de Veyssièrre, Amourous y Laubies durante el s. XX indicaría la utilización de quemados en la proximidad de las turberas y que podrían haber ido en relación a la renovación de pastos.

En conclusión, a partir de ca. 1850/1900 cal AD se pone de manifiesto el inicio de las reforestaciones a escala regional que en una primera fase parecen afectar escasamente las pendientes del Mont Lozère, como lo muestra el Atlas Daubré (1912; Fig. 46a). De hecho, la mayoría de las reforestaciones que se pueden observar hoy día en la cara sur del Mont Lozère tuvieron lugar en la década de 1970 (Carbonne, 1997; Martin *et al.*, 2002; PNC, 2007a), aunque la buena producción y dispersión polínica de *Pinus* hace que la colonización y replantación de pinos sea perceptible desde finales del s. XIX. La reforestación de pinos en la década de los setenta es coherente con el hallazgo de grumos polínicos de *Pinus* en Countrasts en la segunda mitad del s. XX (Fig. 46b). La menor presión agropastoral favorece la recuperación de diversos taxones arbóreos en determinados sectores, como es el caso de *Fagus* (Laubies, Countrasts y Amourous). Entre 1862 y 1929 los departamentos de Gard y l'Hérault, principales núcleos de los ganados trashumantes, pierden entorno a la mitad de sus efectivos. Las prácticas comunales de la ganadería desaparecen y las tierras comunales caen en el abandono y son ocupadas por los campesinos o son reforestadas dentro de los planes estatales de reforestación (Rieutort, 2006; Saboulin Bollena, 1983). Por su parte, los ganaderos trashumantes abandonan esta práctica debido a la caída de productos derivados (lana y corderos), la pérdida de valor del estiércol y los costes más elevados (Rieutort, 2006; Marty, 2003). Esto coincide con el desarrollo de cultivos especializados en el llano del Languedoc, la contracción de cereales en las zonas de montaña y la progresión del ganado bovino. Este proceso conlleva un deterioro de las cañadas trashumantes así como un incremento de los conflictos entre campesinos locales y ganaderos trashumantes (Magne &

Clavé, 1956). Además, durante la segunda mitad del s. XIX se inicia un proceso de éxodo rural que comporta un marcado descenso poblacional en el Mont Lozère (Marty, 1983).



**Fig. 46-** A) *Atlas Daubré*, elaboración propia a partir de L. Daubré (1912), y B) Mapa de estructura de la vegetación en el año 2000, elaboración propia a partir de PNC, 2007a.

Por otra parte, los datos geoquímicos de las secuencias de Countrasts y Amourous muestran un marcado aumento de la contaminación en metales característicos de actividades industriales. En concreto, se produce un aumento de Pb/Al y Zn/Al que iría en relación a la extracción de zinc y de plomo. Efectivamente, los datos las evidencias de extracción minera en el Mont Lozère a finales del s. XIX se concentran sobre todo en el sector de Bleymard. Este

es el caso de la Mina de Coudenasses (Cubières) que fue incluida dentro de la Concesión de Bleymard para la explotación de plomo argentífero y zinc entre los años 1903 y 1953 (Trintignac, 2012). Otra mina que también se incluyó dentro de la misma concesión se sitúa al sur del pueblo de Mazel y fue explotada entre 1892 y 1953 para la extracción de plomo argentífero y zinc (Trintignac, 2012).

## **8 CONCLUSIONES**





El estudio integrado de diferentes ventanas espaciales en un territorio ha demostrado ser una herramienta útil en la integración de datos paleoambientales e histórico-arqueológicos considerándose el enfoque más apropiado para el estudio de las interacciones socioambientales puesto que permiten construir una historia de la modelización del paisaje a escala microrregional (Davis & Tipping, 2004; Ejarque *et al.*, 2009; Mazier *et al.* 2009; Dearing *et al.*, 2006; Dearing *et al.*, 2011). En este sentido, cabe destacar que los medios antropizados se caracterizan por su configuración en mosaico y tan sólo una aproximación microespacial permite caracterizar la complejidad que introduce el hombre en la dinámica del paisaje. Por otra parte, el cruce de información paleoambiental, arqueológica e histórica constituye una herramienta esencial en la calibración de la señal paleoecológica siempre que se disponga de alta resolución temporal y espacial que permite correlacionar con precisión las diversas series de datos. Un buen ejemplo de este enfoque es el caso de estudio de Countrasts, escogido como sitio clave para el estudio de las interacciones socioambientales en el periodo histórico por su localización a proximidad de la *Draille de la Margeride*, numerosas carboneras, yacimientos metalúrgicos y de diversas estructuras pastorales, emplazándose además en el límite entre espacio forestal y espacio abierto de época medieval. La integración de los datos paleoambientales obtenidos con los datos arqueológicos locales ha permitido calibrar y validar las interpretaciones paleoambientales, concretar los usos humanos con mayor precisión, así como ofrecer una visión más completa de la gestión del espacio y su repercusión en la generación de paisajes culturales históricos en este sector (Servera Vives *et al.*, 2013).

Por otra parte, este trabajo se ha beneficiado de otros estudios polínicos realizados en el Mont Lozère así como de la colaboración con otros especialistas en el marco del proyecto interdisciplinar *PCR-Mont Lozère*. La Plena y Baja Edad Media es la fase para la cual se dispone de mayor diversidad de fuentes de información (arqueometalurgia, antracología, arqueología pastoral, geoarqueología, información histórica y geoquímica), permitiendo la calibración e integración de la información polínica para una comprensión regional de los usos del suelo y de la diversidad en la modelación del paisaje de la montaña. En definitiva, la utilización de un enfoque multiproxy, a alta resolución espacial y temporal, nos ha permitido aportar nuevos datos para una mejor comprensión de los procesos de cambio paisajístico y

de los ritmos de antropización que han contribuido a la formación del paisaje cultural de media montaña en el Mont Lozère. Los estudios de Microfósiles No Polínicos siguen siendo escasos en el Macizo Central (v.gr., Lavrieux *et al.*, 2013; Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2013; Faure, 2012; Nicolas *et al.*, 2012) siendo la primera vez que se aplican en el Mont Lozère. Un último aporte de orden metodológico de esta tesis es la utilización de las *Spheroidal Carbonaceous Particles*, las cuales se han aplicado por primera vez en un estudio paleoambiental en el Macizo Central, hecho que ha permitido elaborar modelos cronológicos de mayor precisión para los periodos más recientes.

El presente trabajo arroja nuevos datos sobre la historia de la vegetación de los periodos Atlántico y Subboreal, en concreto a partir de ca. 6000 cal BC hasta la actualidad, documentando los cambios descritos previamente para el conjunto del Macizo Central (Beaulieu *et al.*, 1988). Las secuencias analizadas muestran un predominio del robledal diversificado en el macizo y un paisaje eminentemente forestal en los diferentes sectores altitudinales analizados durante el período Atlántico. La difusión y posterior expansión de *Fagus* y *Abies* es sincrónica en el Mont Lozère, iniciándose entre ca. 4300-3950 cal BC, siendo por tanto una de las más antiguas en el Macizo Central junto con la documentada en el Aubrac donde presenta una cronología de ca. 4500-4300 cal BC (Faure, 2012). En el Mont Lozère se pone de manifiesto una mayor y más rápida infiltración de *Fagus* dentro del robledal en los sectores de menor altitud (secuencia de Veyssiére) donde esta infiltración progresiva de *Fagus* se podría haber beneficiado de los claros en el robledal (v.gr., Küster, 1997; Court-Picon, 2007). De hecho, la expansión en los sectores de altitud se intensifica a partir de ca. 3100-3000 cal BC, es decir durante el Neolítico Final, momento en que los diagramas demuestran la existencia de claros mediante quemados con fines agropastorales. Si bien la difusión y expansión de *Fagus* responde en parte a factores de índole climática y a la proximidad de refugios, su progresión en el seno del robledal puede haberse visto favorecida por los claros en el bosque llevados a cabo por las comunidades de agropastores neolíticos.

El paisaje cultural de la montaña en el Mont Lozère tiene una gran antigüedad, habiéndose iniciado su modelación hace aproximadamente 8000 años. Los estudios anteriores en el sector habían mostrado el papel de la metalurgia sobre la vegetación forestal en el macizo y la configuración del paisaje. Sin embargo, el presente estudio pone de manifiesto la

importancia definitiva del agropastoralismo como elemento estructurante de la configuración paisajística del Mont Lozère. En lo que se refiere a los ritmos de antropización de la montaña, la primera expansión agropastoral de cierta entidad es de carácter temporal y tiene lugar en el Neolítico Antiguo en los sectores de mayor altitud, momento en que se documenta una fase de clareo del robledal relacionada con una expansión de actividades agropastorales y las primeras evidencias de agricultura entre ca. 4550-4400 cal BC. Las evidencias de antropización son escasas en los sectores de menor altitud, poniendo de manifiesto una primera diversidad microrregional de la utilización del espacio, con un impacto centrado principalmente en sectores de mayor altitud. Seguidamente, durante el Neolítico Medio (ca. 4400-3500 cal BC) tiene lugar una generalización de las actividades agropastorales que alcanzan también a los sectores de menor altitud. Por otra parte, el Neolítico Final y Bronce Antiguo suponen una notable expansión agropastoral en todas las franjas altitudinales que implica la utilización de quemas periódicas para la generación de espacios abiertos y claros destinados al agropastoralismo. Este cambio paisajístico se produce durante una fase de aumento demográfico documentado por la construcción de numerosos megalitos, los cuales pondrían de manifiesto una mayor ocupación del espacio. Las dinámicas de ocupación y usos del suelo se muestran más heterogéneos a nivel microrregional durante el Bronce Medio y Final, suponiendo una ruptura con las dinámicas de antropización del periodo precedente caracterizados por una mayor homogeneidad. Esta nueva fase de configuración del espacio evidencia que los espacios de cumbre muestran una continuidad en la frecuentación agropastoral en un contexto eminentemente forestal y en el que dejan de utilizarse quemas, hecho que favorece la regeneración y expansión del hayedo, mientras que en los sectores de menor altitud la presión humana sobre el medio es menor. Por otra parte, los sectores altitudinales de la cara norte (Peschio) parecen evidenciar una fase de deforestación que podría ir ligada a la presencia de actividades agropastorales y al desarrollo de la metalurgia, según lo sugieren los datos geoquímicos de Amourous. Todas estas fases de antropización se caracterizan por un impacto moderado sobre el medio que no comporta la desaparición de las masas forestales sino que más bien se enmarcarían en un contexto de movilidad de prácticas agropastorales a pequeña escala. Esta situación es coherente con los datos geoarqueológicos que no muestran fases de detritismo

hidrosedimentario asociado a estas actividades previas a la Edad del Hierro, prevaleciendo pues un equilibrio morfodinámico durante gran parte de Holoceno (Allée, 2003).

La Edad del Hierro supone un punto de inflexión en las dinámicas de ocupación de la montaña tanto por su generalización en todos los sectores altitudinales como especialmente por su extensión. En efecto, este periodo corresponde al inicio de una deforestación irreversible del macizo como consecuencia de la extensión de las prácticas agropastorales y de la diversificación de los usos del suelo que incluyen ahora el carboneo y la metalurgia. Los datos geoquímicos y arqueológicos ponen de manifiesto la extensión de las actividades metalúrgicas en el Mont Lozère, que podrían haber contribuido a la contracción del bosque (Julià, 2012; Baron et al., 2005; Cauuet et al., 2012; Paradis-Grenouillet, trabajo en curso). Otra actividad seguramente ligada a estas actividades metalúrgicas y a la gestión del bosque es el carboneo documentado en el sector de Samousse (Paradis-Grenouillet, 2012). La arqueología pone de manifiesto también la construcción de numerosos túmulos en los sectores calcáreos que indicaría una mayor ocupación del territorio (Dedet, 2001). Así pues, la combinación de datos arqueológicos y polínicos pone de manifiesto una mayor ocupación del espacio por parte de las comunidades protohistóricas de la Edad del Hierro que implica la generación de un paisaje más abierto en todos los sectores analizados. Esta fase clave de antropización y de configuración del paisaje cultural del Mont Lozère se traduce con el inicio de una señal hidrosedimentaria de origen antropoclimático, siendo una fase clave en los procesos de erosión de los suelos, de los flujos sedimentarios y de la metamorfosis fluvial de pequeñas cuencas hidrográficas (Allée, 2003).

El inicio de la época galorromana supone la estabilidad de prácticas agrícolas en los sectores de menor altitud y un desarrollo agropastoral que se hace especialmente patente a partir de ca. s. II-III cal AD. Otro punto de inflexión en la historia de la antropización del Mont Lozère lo constituye la Alta Edad Media, momento en que tiene lugar una importante expansión agropastoral que implica la deforestación del bosque montano tanto en los sectores de altitud como de piedemonte. Los datos paleoambientales y de grumos polínicos obtenidos en la secuencia de Countrasts indican que en este momento podría tener lugar un descenso del límite superior del bosque en torno a los 1400 m s.n.m. Los datos arqueológicos son coincidentes con la visión paleopaisajística que aporta la palinología ya que ponen de

manifiesto la importancia de la ganadería en el sector de Countrasts, con estructuras pastorales fechadas entre los s. VI y IX cal AD (Palet *et al.*, 2012; Orengo *et al.*, 2011). En este momento se conforma una configuración paisajística de la montaña similar a la existente en la actualidad, con amplios espacios abiertos en los rellanos de altitud y en las zonas de piedemonte. Además, los datos geoarqueológicos obtenidos en el Mont Lozère muestran una fase de detritismo antropoclimático durante la Antigüedad Tardía y Alta Edad Media, confluyendo pues con los datos polínicos que evidencian un mayor impacto de las actividades agropastorales sobre el medio. Esta fase de deforestaciones y de expansión de las actividades agropastorales se documenta igualmente en numerosos sectores del centro y sur del Macizo Central como el Aubrac (Beaulieu *et al.*, 1982; Faure, 2012; Servelle & Galop, 2006), la Chaîne des Puys (Miras *et al.*, 2004; Lavrieux *et al.*, 2013), el Cantal (Surmely *et al.*, 2009), los Monts de Lacaune y L'Espinouse (Pulido, 2006) e insiere al Mont Lozère en unas dinámicas de antropización de escala macrorregional.

Durante la Plena Edad Media tiene lugar una reorganización espacial de las actividades humanas y de los usos del suelo, que integra la explotación de numerosos recursos naturales, con pastoralismo, agricultura, minería, metalurgia y carboneo. El agropastoralismo parece perder una importancia relativa respecto al periodo precedente permitiendo una fase de cierta reforestación en los sectores de altitud, mientras que en los sectores de menor altitud (Laubies y Veyssière) tiene lugar la expansión de las actividades agropastorales, hecho que va probablemente ligado a la instalación de núcleos de hábitat permanente medievales en estos sectores altitudinales (Hélas, 1989). Esta menor presión agropastoral en los rellanos de altitud parece ir asociada al desarrollo de la metalurgia que podría haber actuado como garante de la sostenibilidad en la gestión del bosque montano. En efecto, los datos dendrométricos y palinológicos coinciden en mostrar una gestión sostenible del recurso forestal puesto que no se evidencia variación significativa en los calibres de madera utilizados y no se observa la deforestación del hayedo. De todos modos, las actividades agropastorales no desaparecen de los sectores altitudinales sino que existe un cierto mantenimiento, hecho que contribuiría a explicar la fase de detritismo antrópico documentado en el Mont Lozère durante esta fase (Allée, 2003).

El equilibrio biocultural de la Plena Edad Media parece quebrarse a partir de los s. XIII-XIV cal AD aproximadamente, cuando el desarrollo de la Gran Trashumancia ligada a la instalación de las órdenes monásticas en el Mont Lozère se hace patente. Este desarrollo agropastoral implicó la retracción del hayedo, hecho que probablemente podría haber supuesto una confrontación o complementariedad con la actividad del carboneo o en todo caso una polarización entre los espacios somitales pastoreados y las pendientes del macizo destinadas al carboneo y a la metalurgia hasta finales de ca. s. XIV cal AD. Se ponen en valor por primera vez los espacios intermedios (Font Bernard) hecho que comporta también la deforestación de estos sectores, siendo más forestados en el periodo precedente. De todos modos, sería necesario obtener una secuencia más dilatada para comprender mejor las dinámicas paisajísticas en la *longue durée* en los sectores intermedios. En cualquier caso, esta última expansión agropastoral iniciada durante la Baja Edad Media supone la gestión de los espacios abiertos a través del uso de quemas periódicas que permiten la regeneración de pastos, favoreciendo la expansión de los herbazales y de las landas de brezos. Los datos polínicos muestran la máxima expansión de cultivos tanto herbáceos como arbóreos durante este periodo con una clara expansión de la arboricultura de castaño. Esta fase de expansión agrícola coincide con los datos históricos que ponen de manifiesto un desarrollo poblacional en la zona. La finalización de las actividades metalúrgicas y de carboneo a inicios de ca. s. XV cal AD supuso el paso de un sistema diversificado a uno centrado eminentemente en el agropastoralismo. La presencia de dos estructuras pastorales fechadas a finales de ca. s. XIII cal AD y en 1490-1640 cal AD confirman la expansión agropastoral iniciada en la segunda mitad del s. XIII cal AD, observada en las secuencias polínicas. Los sectores agrícolas se localizan eminentemente a proximidad de los núcleos de población de Les Laubies y del sector de Veyssière. La existencia de un detritismo antropoclimático durante la Baja Edad Media y toda la Edad Moderna refuerza el impacto que tuvieron las actividades agropastorales durante este periodo, ocasionando la crisis aluvial más sedimentogénica de todo el Holoceno (Allée, 2003). La gestión agropastoral de la montaña se mantiene hasta la segunda mitad del s. XIX cal AD, momento en que se inicia el declive de la trashumancia y el éxodo rural coincidiendo con una fase de repoblaciones forestales con arboles resinosos en el macizo. Además, el abandono de las zonas de pasto permite la recolonización de espacios principalmente por pinos.

El conjunto de datos obtenidos muestra que la estructuración de los usos del suelo y de construcción de paisajes no es lineal presentando una gran variabilidad microrregional y temporal, sobre todo durante la prehistoria hasta la Edad del Hierro, momento en que se pone de manifiesto una mayor homogeneización y generalización de las dinámicas paisajísticas y de los usos del suelo. Las dinámicas de ocupación de la montaña en el Mont Lozère se caracterizan por una mayor antropización en los sectores de altitud durante el Neolítico y Edad del Bronce, una generalización en sectores de altitud y de piedemonte a partir de la Edad del Hierro para finalmente ocupar efectivamente los espacios intermedios durante la Plena y Baja Edad Media. Este modelo de ocupación de la montaña había sido propuesto previamente por P. Allée (2003) en base a datos geoarqueológicos del Mont Lozère. En definitiva, se pone de manifiesto la larga historia del agropastoralismo en el Mont Lozère mostrando la importancia clave de esta práctica en la construcción del paisaje cultural que conocemos en la actualidad y que ha conducido a su reconocimiento por la UNESCO como *paisaje cultural del agropastoralismo mediterráneo*.

En este mismo sentido, se ha puesto de manifiesto la conexión existente entre el desarrollo del agropastoralismo y la expansión de las formaciones herbosas de altitud con *Nardus stricta*, confirmando pues que estas comunidades vegetales tienen un valor como elemento biocultural que debe ser gestionado y preservado por su valor cultural. Se han puesto de manifiesto cinco fases clave en la extensión de estos herbazales que coinciden con períodos de expansión agropastoral: el final del Neolítico Antiguo, el Neolítico Final, el Hierro II, la Alta Edad Media y la Baja Edad Media/Edad Moderna. La secuencia de Amourous (1550 m s.n.m.) es la que aporta más información sobre estas formaciones ya que se localiza en el seno del espacio pastoral actual y porque permite reseguir la historia de estas formaciones desde el Neolítico. Sin embargo la secuencia de Countrasts pone de manifiesto que la extensión de las formaciones herbáceas de gramíneas alcanzan también este sector al menos desde la Alta Edad Media, momento en que se podría producir una bajada del límite superior del bosque en este sector altitudinal. La relación existente entre impacto humano y extensión de herbazales de gramíneas pone de manifiesto que la génesis de estos espacios de altitud eminentemente abiertos dominados por formaciones de *Nardus stricta* parece haberse

iniciado en el Neolítico en relación al desarrollo de las actividades agropastorales, como había sido sugerido previamente por M. Reille (1988).

La utilización de indicadores locales nos ha permitido además comprender mejor la relación que existe entre sistemas turbosos y las actividades agropastorales. Así por ejemplo, la turbera de Veyssièr registra cambios en el hidrodinamismo de la turbera a inicios del periodo galorromano coincidiendo con una fase de expansión de las actividades agropastorales en los sectores de piedemonte. Este es el caso también de la secuencia de Countrasts que evidencia el paso de una turbera forestada con abedul a una turbera minerotrófica con grandes *Carex* coincidiendo con una expansión de las actividades agropastorales y con una fase de detritismo antropoclimático (Allée, 2003; Servera Vives *et al.*, 2013). También en el periodo plenomedieval se documentan nuevos cambios en la vegetación local de la turbera tanto en Veyssièr como en Countrasts. Estos cambios en la dinámica local de las turberas coinciden con momentos de manifiesta actividad humana y con procesos erosivos (de causalidad antrópica o antropoclimática) que habrían favorecido la modificación del hidrodinamismo de estas zonas húmedas, poniendo de manifiesto la alta sensibilidad de estos ecosistemas a las variaciones ambientales y su atraktividad para el pastoralismo (García *et al.*, 2010; Muller *et al.*, 2012; López Merino *et al.*, 2011).

Los trabajos arqueometalúrgicos y de geoquímica realizados en los precedentes PCR habían puesto de manifiesto la importancia de los recursos minerales en la economía medieval. El PCR-Mont Lozère ha aportado nuevos datos referentes a la metalurgia gala y galorromana. La integración de los datos paleoambientales, geoquímicos (secuencias de Amourous y Countrasts) así como de arqueología minera permite una mejor comprensión de los impactos que estas actividades tuvieron sobre el medio así como su complementariedad con otros usos, como el sistema agropastoral. Se documentan seis fases de actividad metalúrgica, de las cuales dos son probables y cuatro están atestiguadas por datos arqueológicos y/o históricos. La primera de las fases documentadas por la señal geoquímica corresponde al Neolítico Final (entre ca. 3300 y 2800 cal BC) y es contemporánea de evidencias arqueológicas metalúrgicas documentadas en el distrito minero de Cabrières-Péret (Ambert *et al.* 1998; Carozza *et al.*, 2010). No se dispone de datos arqueológicos que evidencien la existencia de minería y/o metalurgia en el Mont Lozère para este momento, por lo cual queda por



determinar si se trata de una polución atmosférica regional o puede relacionarse con una explotación minera local. En cualquier caso, esta fase corresponde a un momento de claros importantes en el bosque, de desarrollo agropastoral y de recurrencia de quemas. La segunda fase tiene lugar durante el Bronce Medio y Final, aunque nuevamente esta actividad se evidencia solo mediante los datos geoquímicos, y corresponde a una fase de deforestación del bosque montano, bien documentada en la secuencia de Peschio (Pulido, 2006). Esta fase de contaminación en plomo se mantiene durante toda la Edad del Hierro, siendo evidenciada arqueológicamente entre los s. III cal BC y I cal AD en la mina de Devois (Cauuet *et al.*, 2012). Esta fase metalúrgica corresponde al inicio de una deforestación relevante del bosque que se puede explicar por el consumo de gran cantidad de madera en un sistema de “*abattage par le feu*” y por la necesidad de crear nuevos espacios para el agropastoralismo. Si bien los datos arqueológicos no atestiguan la presencia de metalurgia más allá de ca. s. I cal AD, la continuidad de los valores geoquímicos de plomo hasta el ca. s. III cal AD sugiere un cierto mantenimiento de las actividades extractivas durante el Alto Imperio, como mínimo regionalmente. Después de una fase de predominio agropastoral durante el Bajo Imperio y la Alta Edad Media, la fase metalúrgica de la Plena y Baja Edad Media es la mejor conocida y está netamente atestiguada por los datos geoquímicos y arqueológicos. También es para la que se dispone de más información en lo que se refiere a las repercusiones ambientales de esta actividad, gracias a los estudios dendrométricos y polínicos. La integración de estos datos apunta a una gestión sostenible del bosque en relación a las actividades metalúrgicas, este equilibrio que se rompe en ca. s. XIII-XIV cal AD con el desarrollo de agropastoralismo. Esta diversidad de usos del suelo (sistema agrosilvopastoral) podría haber implicado una complementariedad de prácticas entre la metalurgia y el agropastoralismo, siendo este último el desencadenante del proceso de deforestación del bosque montano. Las actividades metalúrgicas y de carboneo se detienen en el Mont Lozère en ca. s. XIV-XV cal AD, para reiniciarse durante la segunda mitad del s. XIX cal AD, según muestran los datos históricos de concesiones mineras y las series geoquímicas. En definitiva, la metalurgia ha jugado un papel clave en la economía del Mont Lozère insiriendo este sector en un contexto económico de escala macroregional, implicando la complementariedad y diversificación de prácticas que han contribuido de forma notable en la construcción del paisaje del macizo.

El enfoque utilizado en este trabajo ha permitido avanzar en la caracterización de las formas de paisaje, el estudio de las interacciones socioambientales, la movilidad y complementariedad de prácticas desde el Neolítico hasta la actualidad en el Mont Lozère. La aproximación basada en el estudio de cinco turberas, localizadas en diferentes sectores del macizo, altitudes y orientaciones, con distintas áreas de captación polínica, conjuntamente con el estudio multi-proxy han permitido interpretar la señal regional, microrregional y local. En este sentido, el estudio de indicadores de carácter local (microfósiles no polínicos, grumos polínicos y macrocarbones) permite discriminar los impactos humanos de carácter local, y por tanto, profundizar en la evolución paisajística y proponer la localización de las prácticas humanas en el macizo.

En conclusión, se pone así de manifiesto que los espacios de media montaña son el resultado de complejos usos del suelo, implicando un gran elenco de actividades humanas como la agricultura, el pastoralismo, la gestión forestal (carboneo), la metalurgia y la minería. Este estudio muestra pues que estas zonas de media montaña no son espacios homogéneos sino que constituyen espacios de diversidad paisajística como resultado de la sucesión y complementariedad de actividades humanas desde el Neolítico. En este sentido, se evidencia el papel relevante de estas áreas en la organización económica a escala regional y local, poniendo de manifiesto una complementariedad histórica del Mont Lozère con las zonas de llano mediterráneo y del Macizo Central, hecho que se hace especialmente patente a partir de época medieval.

## **9 BIBLIOGRAFÍA**



- Aaby, B., 1986. Trees as anthropogenic indicators in regional pollen diagrams from eastern Denmark. In: K.-E. Behre (Ed.), *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. Balkema, Rotterdam, Boston: 73-93.
- Aaby, B., Digerfeldt, G., 1986. Sampling techniques for lakes and bogs. In: B.E. Berglund (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. Wiley, New York: 181-194.
- Aldezabal, A., García-González, R., Gómez, D., Fillat, F., 2002. El papel de los herbívoros en la conservación de los pastos. *Ecosistemas* (URL: [www.aet.org/ecosistemas/investigacion6.htm](http://www.aet.org/ecosistemas/investigacion6.htm))
- Alexandre, F., 2003. L'étagement de la végétation en montagne: un modèle à revisiter. *Sedes/VUEF- L'information géographique*, 1: 45-59.
- Allée, P., 2003. *Dynamiques hydrosédimentaires actuelles et holocènes dans les systèmes fluviaux de moyenne montagne (Limousin, Hautes Cévennes, Maures)*. Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches. Université de Limoges, Limoges. 450 p.
- Allée, P., Paradis, S., 2007. Archéologie de la forêt charbonnée médiévale du Mont Lozère. In A. Ploquin (Dir.), *PCR: Le Plomb Argentifère Ancien Du Mont Lozère*. SRA Languedoc-Roussillon, Mende. 28 p.
- Allée, P., Paradis, S., 2011. Forêts et pelouses des hautes Cévennes (mont Aigoual et mont Lozère), une perception idéalisée et ambiguë à l'épreuve des faits. In A. Corvol (Dir.), *Forêt et paysage, Xe -XXIe siècle*. L'Harmattan, Paris: 225-246.
- Allée, P., André, M.F., Pailler, G., 1994. *Atlas du Limousin*. Presses Universitaires de Limoges. Limoges. 170 p.
- Allée, P., Paradis S., Boumédiène F., Rouaud R., 2010. L'exploitation médiévale du plomb argentifère sur le mont Lozère: archéologie spatiale d'un territoire proto-industriel montagnard. *Archéosciences, Revue d'Archéométrie*, 34: 177-186.
- Ambert, P., Carozza, L., Lechelon, B., 1998. De la mine au métal au sud du massif central au chalcolithique (Région de Cabrières, Fayet et Villefranche-de-Rouergue). In: C. Mordant, M. Pemot et V. Rychner (Eds.), *L'Atelier du bronzier en Europe du XXe siècle au VIII siècle avant notre SE. Actes du colloque international Bronze'96, Tome II: Du minerai au métal, du métal à l'objet*. CTHS, Paris: 59-70.
- Andersen, S.T., 1979. Identification of Wild Grass and Cereal Pollen. *Danmarks Geologiske Undersøgelse, Årbog*: 69-92.
- Anderson, R.S., Homola, R.L., Davis, R.B., Jacobson, G.L., 1984. Fossil remains of the mycorrhizal fungal *Glomus fasciculatum* complex in postglacial lake sediments from Maine. *Canadian Journal of Botany*, 62: 2325-2328.
- Anderson, D. E., Binney, H. A., Smith, M. A., 1998. Evidence for abrupt climatic change in northern Scotland between 3900 and 3500 calendar years BP. *The Holocene*, 8 (1): 97-103.
- Argant, J., Cubizolle, H., 2005. L'évolution holocène de la végétation des Monts de la Madeleine, du Forez, du Livradois et du Pilat (Massif central oriental, France): l'apport d'une nouvelle série d'analyses palynologiques. *Quaternaire*, 16 (2): 119-142.
- Argant, J., López-Sáez, J.A., Bintz, P., 2006. Exploring the ancient occupation of a high altitude site (Lake Lauzon, France): comparison between pollen and non-pollen palynomorphs. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141: 151-163.
- Bailly-Maître, M.-C., 2010. Le plomb et l'argent dans le Gévaudan médiéval. *Archéosciences, Revue d'Archéométrie*, 34: 137-148.
- Baker, A.G., Bhagwat, S.A., Willis, K.J., 2013. Do dung fungal spores make a good proxy for past distribution of large herbivores? *Quaternary Science Reviews*, 62: 21-31.

- Bakker, M., Smeerdijk (van), D.G., 1982. A paleoecological study of a late Holocene section from "Het Ilperveld", Western Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 36: 95–163.
- Bal, M.C., Allée, P., Liard, M. (en prensa). Charcoal from soil: the origin of *Nardus stricta* grassland and the history of a mountain cultural landscape (Mont Lozère, France) since the Neolithic period. *Quaternary International*.
- Baron, S., 2005. *Traçabilité et évolution d'une pollution métallurgique médiévale de plomb argentifère sur le Mont-Lozère*. Tesis Doctoral, Université de Montpellier II, Montpellier. 232 p.
- Baron, S., Lavoie, M., Ploquin, A., Carignan, J., Pulido, M., Beaulieu, J.-L. (de), 2005. Record of Metal Workshops in Peat Deposits: History and Environmental Impact on the Mont-Lozère Massif (France). *Environmental Science and Technology*, 39: 5131-5140.
- Baron, S., Carignan, J., Laurent, S., Ploquin, A., 2006. Medieval lead making on Mont-Lozère Massif (Cévennes-France): tracing ore sources by using Pb isotopes. *Applied Geochemistry*, 21: 241–252.
- Baron, S., Mahé-Le Carlier, C., Ploquin, A., 2010. Géochimie isotopique du plomb en archéologie minière et métallurgique: exemple du Mont Lozère dans les Cévennes. *Archéosciences*, 34: 149-157.
- Barthelmes, A., 2009. *Vegetation dynamics and carbon sequestration of Holocene alder (Alnus glutinosa) carrs in NE Germany*. Tesis Doctoral, Greifswald University, Greifswald. 226 p.
- Barthelmes, A., Klerk (de), P., Prager, A., Theuerkauf, M., Unterseher, M., Joosten, H., 2012. Expanding NPP analysis to eutrophic and forested sites: Significance of NPPs in a Holocene wood peat section (NE Germany). *Review of Palaeobotany and Palynology* 186: 22–37.
- Beaulieu, J.L. (de), 1969. Analyses polliniques dans le Monts de l'Espinouse (Hérault). *Pollen et Spores*, 11: 83-96.
- Beaulieu, J.L. (de), 1974. Évolution de la végétation sur la bordure cévenole au postglaciaire, d'après les pollens. *Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie*, 8: 347-358.
- Beaulieu, J.L. (de), Evin, J., 1972. Analyses polliniques et datages <sup>14</sup>C dans les Monts de Lacaune (Tarn). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 274: 3531-3534.
- Beaulieu, J.L. (de), Gilot E., 1972. Végétation holocènes du Mont Lozère: analypolliniques et datages. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 274 D: 1641-1644.
- Beaulieu, J.L. (de), Pons, A., 1979. Recherches pollen-analytiques sur l'histoire de l'action humaine dans la région du Parc National des Cévennes. *Annales du Parc National des Cévennes*, 1: 101-128.
- Beaulieu, J.L. (de), Reille, M., 1978. Quelques moyens de sondage en usage chez les pollenanalystes: étude comparative de diagrammes. *Annales des Mines de Belgique*: 134-145.
- Beaulieu, J.-L. (de), Reille, M., 1987. Histoire de la végétation würmienne et holocene du Velay occidental (Massif Central, France). Analyse pollinique comparée de trois sondages du lac du Bouchet. *Documents du CERLAT*, 1, Actes du Colloque du Puy-en-Velay: 113-132.
- Beaulieu, J.-L. (de), Andrieu-Ponel, V., Cheddadi, R., Guiter, F., Ravazzi, C., Reille, M., Rossi, S., 2006. Apport des longues séquences lacustres à la connaissance des variations des climats et des paysages pléistocènes. *Comptes-Rendus Palevol*, 5: 65-72.
- Beaulieu, J.L. (de), Pons, A., Reille, M., 1982. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation de la bordure nord du Massif du Cantal (Massif Central, France). *Pollen et Spores*, 24: 251-300.

- Beaulieu, J.L. (de), Pons, A., Reille, M., 1984. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire de la végétation des monts du Velay, Massif Central, France. *Dissertationes Botanicae*, 72: 45-70.
- Beaulieu, J.L. (de), Pons, A., Reille, M., 1985. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation des Monts d'Aubrac (Massif Central, France). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 44: 37-80.
- Beaulieu, J.L. (de), Pons, A., Reille, M., 1988. Histoire de la végétation, du climat et de l'action de l'homme dans le Massif Central français depuis 15 000 ans. *Actes Xe Symposium de l'APLF*: 27-32.
- Beaulieu, J.-L. (de), Pons, A., Reille, M., 1989. Histoire de la flore et de la végétation du Massif Central (France) depuis la dernière glaciation. *Cahiers de Micropaléontologie*, 3 (4): 5-36.
- Behre, K.E., 1981. The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams. *Pollen et Spores*, 23: 225-245.
- Behre, K.E., 1986. *Anthropogenic indicators in pollen diagrams*. Balkema, Rotterdam. 232 p.
- Behre, K.E., 1988. The role of man in vegetation history. In: B Huntley & I.T. Webb (Eds.), *Vegetation History. Handbook of Vegetation Science*, 7: 633-667. Kluwer Academic Publishing. Dordrecht.
- Bell, A., 1983. *Dung Fungi: an Illustrated Guide to Coprophilous Fungi in New Zealand*. Victoria University Press, Wellington. 88 p.
- Bennet, K.D, Willis, K.J., 2001. Pollen. In: J. Smol, H.J.B. Birks, V.M. Last (Eds.), *Tracking environmental change using lake sediments, vol. 3: terrestrial, algal and siliceous indicators*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 5-32.
- Benninghoff, W.S., 1962. Calculation of pollen and spore density in sediments by addition of exotic pollen in known quantities. *Pollen et Spores*, 4: 332-333.
- Bensettiti, F., Rameau, J.-C., Chevallier, H. (Coord.), 2001. *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers*. 2 volumes. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris : 339 p. y 423 p. + CD.
- Bensettiti, F., Boulet, V., Chavaudret-Laborie, C., Deniaud, J. (Eds.), 2005. *Cahiers d'habitats Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 – Habitats agropastoraux*. 2 volumes. MEDD/MAAPAR/MNHN. Ed. La Documentation française, Paris, 2 volumes: 445 p. y 487 p. + CD.
- Berglund, B. E., 1969. Vegetation and human influence in south Scandinavia during Prehistoric time. In B.E. Berglund (Ed.), *Impact of Man on the Scandinavian Landscape During the Last Post-Glacial*. Oikos Supplement , 12: 9-28.
- Berglund, B.E. (Ed.), 1991. *The Cultural landscape during 6000 years in southern Sweden*. Ecological Bulletins, 41. Copenhagen. 495 p.
- Berglund, B. E., 2003. Human impact and climate changes – synchronous events and causal link? *Quaternary International*, 105 (1): 7-12.
- Beug, H.-J., 2004. *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiet*. Pfeil, München. 542 p.
- Beyens, L., Meisterfeld R., 2001. Protozoa: Testate Amoebae. In: J. P. Smol, J. B. Birks & W. M. Last (Eds.), *Tracking environmental change using lake sediments. Volume 3: Terrestrial, algal, and siliceous indicators*. Kluwer, Dordrecht: 121-153.
- Beyneix, A., Moulherat, C., Bertrand, L., 2001. À propos du niveau néolithique final du tumulus X du Freyssinel (Saint-Bauzile, Lozère). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 98 (4): 663-674.

- Beyrie, A., Kammenthaler, E., 2008. Aux origines de l'activité minière dans les Pyrénées Occidentales. L'exploitation du cuivre, du Fer, de l'or et de l'argent. *Archéopages*, 22: 28-33.
- Biagi, P., Nandris, J., (Eds.) 1994. Highland zone exploitation in southern Europe. *Monografie di Natura Bresciana*, 20: 133-141.
- Biber, J.-P., 2010. Transhumance in France. *Pastoralism*, 1 (1): 91-98.
- Birks, H.J.B., 1986. Late-Quaternary biotic changes in terrestrial and lacustrine environments, with particular reference to north-west Europe. In: B.E. Berglund (Ed.), *Handbook of holocene palaeoecology and palaeohydrology*. Wiley, Chichester: 3-65.
- Birks, H.J.B., Birks, H.H., 1980. *Quaternary palaeoecology*. Edward Arnold. London. 289 p.
- Birks, H.H.; Birks, H.J.B.; Kaland, P.E., Moe, D., 1988. *The cultural landscape – past, present and future*. Cambridge University Press, Cambridge. 540 p.
- Björkman, L., 1999. The establishment of *Fagus sylvatica* at the stand-scale in southern Sweden. *The Holocene*, 9: 237-245.
- Björkman, L., Bradshaw, R.H.W., 1996. The immigration of *Fagus sylvatica* L and *Picea abies* (L.) Karst. into a natural forest stand in southern Sweden during the last 2000 years. *Journal of Biogeography*, 23: 235-244.
- Blaauw, M., 2010. Methods and code for 'classical' age-modelling of radiocarbon sequences. *Quaternary Geochronology*, 5: 512-518.
- Blackford, J., Innes, J., 2006. Linking current environments and processes to fungal spore assemblages: surface NPM data from woodland environments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141: 179-187.
- Blackford, J.J., Innes, J.B., Hatton, J.J., Caseldine, C.J., 2006. Mid-Holocene environmental change at Black Ridge Brook, Dartmoor, SW England: a new appraisal based on fungal spore analysis. *Review of Paleobotany and Palynology*, 141: 189-201.
- Blundell, A., Barber, K.E., 2005. A 2800-year palaeoclimatic record from Tore Hill Moss, Strathspey, Scotland: the need for a multi-proxy approach to peat-based climate reconstruction. *Quaternary Science Reviews*, 24: 1261-1277.
- Bolte, A., Czajkowski, T., Kompa, T., 2007. The north-eastern distribution range of European beech- a review. *Forestry*, 80: 413-429.
- Borromei, A.M., Coronato, A., Franzén, L.G., Ponce, J. F., López Saez, J.A., Maidana, N., Rabassa, J., Candel, M.S., 2009. Multiproxy Record of Holocene Paleoenvironmental Change, Tierra del Fuego, Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 286 (1-2): 1-16.
- Bouchet, F., Guidon, N., Dittmar, K., Harter, S., Fernando Ferreira, L., Miranda Chaves, S., Reinhard, K., Araújo, A., 2003. Parasite Remains in Archaeological Sites. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz*, 98(Suppl. I): 47-52.
- Bouladon, J., 1960. Sur les minéralisations en Pb/Zn et Sb de la périphérie de Mont-Lozère. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 7, II (7), 906-914.
- Boutin, J.-Y., 1984. *Tumulus II de la Pierre des Trois Paroisses (Les Bondons)*. Rapport de fouille de sauvetage, SRA, Montpellier: 5 p.
- Boutin, J.-Y., 1990. Le Tumulus I des Combes. Les Bondons (Lozère). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 87 (4): 123-126.



- Boutron, C., Rosman, K., Barbante, C., Bolshov, M., Adams, F., Hong, S. Ferrari, C., 2004. L'archivage des activités humaines par les neiges et glaces polaires: le cas du plomb. *Comptes Rendus Geosciences*, 336 (10): 847-867.
- Braun-Blanquet, J., 1923. *L'origine et le développement des Flores dans le Massif Central de France avec aperçu sur les migrations des flores dans l'Europe sud-occidentale*. Léon l'Homme Éditeur. Paris. 282 p.
- Braun-Blanquet, J., 1948. *La végétation alpine des Pyrénées Orientales*. C.S.I.C, Barcelona. 306 p.
- Brézolles, P., 1967. Contribution à l'étude des étages de végétation du Mont Lozère. *Revue du Gévaudan, des Causses et des Cévennes. Bulletin de la Société de Lettres, Sciences et Arts de la Lozère*, 13: 72-97.
- Brisebarre, A.-M., 1977. *Evolution de la transhumance sur le Mont Lozère*. Parc National des Cévennes, Mende. 101 p.
- Bronstein, J., 2005. *The Hospitallers and The Holy Land: Financing The Latin East, 1187-1274*. The Boydell Press, Woodbridge. 206 p.
- Brooks, D., Thomas, K.W., 1967. The distribution of pollen grains on microscope slides. The non randomness of the distribution. *Pollen et Spores*, 9: 621-629.
- Brugiapaglia, E., 1996. *Dynamique de la végétation Tardiglaciaire et Holocène dans les Alpes italienne nord-occidentales*. Tesis Doctoral, Université d'Aix-Marseille III, Marseille, 148p.
- Brugiapaglia, E., Beaulieu (de), J.-L., Guiot, J., Reille, M., 1998. Transect de pluie pollinique et étagement de la végétation dans le massif du Taillefer (Isère, France). *Géographie Physique et Quaternaire*, 52: 209-218.
- Brun, C., Dessaint, F., Richard, H., Bretagnolle F., 2007. Arable-weed flora and its pollen representation: a case study from the eastern part of France. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 146: 29-50.
- Brun, C., 2011. Anthropogenic indicators in pollen diagrams in eastern France: a critical review. *Vegetation History and Archaeobotany*, 20: 135-142.
- Bruno, M., 2003. *Dolmens et menhirs des Cévennes: 20 circuits de découverte préhistorique*. Les Presses du Languedoc, Montpellier: 126 p.
- Buurman, J., Geel, B. (van), Reenen, G.B.A. (van), 1995. Palaeoecological investigations of a Late Bronze Age watering-place at Bovenkarspel, The Netherlands. In: G.F.W. Herengreen, L. van der Valk (Eds.), *Neogene and Quaternary Geology of North-West Europe*. Mededelingen Rijks Geologische Dienst, 52: 249-270.
- Cañellas-Boltà, N., Rull, V., Vigo, J., Mercadé, A., 2009. Modern pollen-vegetation relationships along an altitudinal transect in the central Pyrenees (southwestern Europe). *The Holocene*, 19 (8): 1185-1200.
- Carbonne, P., 1997. *Bassins versants du Mont Lozère, quinze ans de recherche et d'expérimentation*. Parc National des Cévennes, Florac. 45 p.
- Carcaillet, C., 2007. Charred particle analysis. In: S. Elias (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam: 1582-1593.
- Carcaillet, C., Bouvier, M., Fréchette, B., Larouche, A.C., Richard, P.J.H., 2001. Comparison of pollen-slide and sieving methods in lacustrine charcoal analyses for local and regional fire history. *The Holocene*, 11: 467-476.
- Carozza, L., Galop, D., 2008. Le dynamisme des marges. Peuplement et exploitation des espaces de montagne durant l'âge du Bronze. In: J. Guilaine (Ed.), *Villes, villages, campagnes de l'âge du Bronze*. Editions Errance, Paris: 226-255.

- Carozza, L., Chapron, E., Simonneau, A., Mille, B., Guyard, H., St-Onge, G., Rostan, P., Bourgarit, D., Burens, A., 2010. Glacial fluctuations and exploitation of copper resources in high mountain during the late neolithic and Bronze Age in the french Alps (2500-1500 BC). *Mining in European History and its Impact on Environment and Human Societies – Proceedings for the 1st Mining in European History-Conference of the SFB-HIMAT*. Innsbruck University Press, Innsbruck: 81-90.
- Cauuet, B., 2000. Mines et métallurgie en Gaule, recherches récentes. Techniques de boisages dans les mines d'or gauloises du sud-ouest du Massif central. *Gallia*, 57: 129-146.
- Cauuet, B., Laurent, S., Capdeville, C., Dessolin, T., Mossière, B., Ploquin, A., Baron, S., Tamas, C., 2011. Etude d'une minière pour l'extraction de la galène argentifère près du mont Lozère - Le filon du Devois (Ispagnac). In: P. Allée (Dir.), PCR: *Pratiques et mobilités territoriales sur le mont Lozère depuis le Néolithique*. SRA Languedoc-Roussillon, Mende: 13-31.
- Cauuet, B., Laurent, S., Capdeville, C., Dessolin, T., Mossière, B., Ploquin, A., Baron, S., Tamas, C., 2012. *Opération de sondage Mines d'argent des Gabales, Le Devois (Ispagnac, Lozère) 2010-2012*. Memoria técnica. Inédito.
- Chevalier, H., 2009. Cahier pastoral n°2: milieux pastoraux intermédiaires/pâturage d'intersaison. PNR Pyrénées catalanes. <http://sit.parc-pyrenees-catalanes.fr/fr/milieux-pastoraux-intermediaires/>
- Chmura, G.L., Stone, P.A., Ross, M.S., 2006. Non-pollen microfossils in Everglades sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141: 103-119.
- Christie, N., Beavitt, P., Gisbert Santoja, J.A., Seguí, J., Gil Senín, M.V., 2004. *Ethnography and Archaeology in Upland Mediterranean Spain. Manolo's World: Peopling the Recent Past in the Serra del Almirant*. Leicester Archaeology Monographs, 12: 194 p.
- Clausnitzer, U., 2004. 30 Klasse: Alnetea glutinosae Br.-Bl. & Tx. ex Westhoff & al. 1946 – Erlen-Eschen- und Weiden-Gehölze nährstoffreicher Feucht- und Nass-Standorte ausserhalb der Stromauen. In: C. Berg, J. Dengler, A. Abdank, M. Isermann, (Eds.), *Die Pflanzengesellschaften Mecklenburg-Vorpommerns und ihre Gefährdung*. Weisdorn, Jena: 435-448.
- Clément, P.A., 1983. *Les chemins à travers les âges en Cévennes et bas Languedoc*. Les presses du Languedoc. Montpellier. 376 p.
- Cole, E.E., Mitchell, F.J.G., 2003. Human impact on the Irish landscape during the late Holocene inferred from palynological studies at three peatland sites. *The Holocene*, 13 (4): 507-515.
- Cook, E.J., Geel, B. (van), Kaars, S. (van der), Arkel, J. (van), 2011. A review of the use of non-pollen palynomorphs in palaeoecology with examples from Australia. *Palynology*, 35 (2): 155-178.
- Coombes, P.M.V., Chiverrell, R.C., Barber, K.E., 2009. A high-resolution pollen and geochemical analysis of late Holocene human impact and vegetation history in southern Cumbria, England. *Journal of Quaternary Science*, 24: 224-236.
- Costantini, G., 1984. Etude archéologique. *Gallia préhistoire*. 27 (1): 121-210.
- Costantini, G., Dedet, B., Fages, G., Vernhet, A., 1985. Vestiges de peuplement du Bronze Final II au Premier Age du Fer dans les Grands Causses. *Revue Archéologique de Narbonnaise*, 18: 1-123.
- Court-Picon, M., 2007. *Mise en place du paysage dans un milieu de moyenne et haute montagne du tardiglaciaire à l'époque actuelle. Analyse du signal palynologique en Champsaur (Hautes-Alpes, France) à l'interface des dynamiques naturelles et des dynamiques sociales*. Tesis Doctoral, Université de Franche-Comté, Besançon. 732 p.

- Court-Picon, M., Buttler, A., Beaulieu, J.-L. (de), 2005. Modern pollen/vegetation relationships in the Champsaur valley (French Alps) and their potential in the interpretation of fossil pollen records of past cultural landscapes. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 135: 13–39.
- Court-Picon, M., Buttler, A., Beaulieu, J.L. (de), 2006. Modern pollen/vegetation/landuse relationships in mountain environments: an example from the Champsaur valley (French Alps). *Vegetation History and Archaeobotany*, 15 (3), 151–168.
- Court-Picon, M., Walsh, K., Mocci, F., Palet Martínez, J.M., Segard, M., 2007. Occupation de la montagne et transformation des milieux dans les Alpes méridionales au cours de l'Âge du Bronze : Approche croisée des données palynologiques et archéologiques en Champsaur et Argentière (Hautes-Alpes, France). In: C. Mordant, H. Richard, M. Magny, (Eds.), *Environnements et cultures à l'Âge du Bronze en Europe occidentale*. CTHS. Paris: 89–106.
- Court-Picon, M., Vella, C., Chabal, L., Bruneton, H., 2010. Paléo-environnements littoraux depuis 8000 ans sur la bordure occidentale du Golfe du Lion. *Quaternaire*, 21(1): 43–60.
- Coûteaux, M., 1978. Analyses polliniques à Peyrebeille, Mezillac et Mazan (Ardèche). Évolution holocène de la végétation et genèse des sols podzoliques à horizon noir profond. *Pollen et spores*, 20: 485–495.
- Cubizolle H., Georges V., Latour C, Argant J., Serieyssel K., 2004. La turfigenèse à la fin du Subboréal et au Subatlantique dans les tourbières basses du Massif central oriental granitique (France): une manifestation de l'action humaine? *Quaternaire*, 15 (4): 343–359.
- Cugny, C., Mazier, F., Galop, D., 2010. Modern and fossil non-pollen palynomorphs from the Basque mountains (western Pyrenees, France): the use of coprophilous fungi to reconstruct pastoral activity. *Vegetation History and Archaeobotany*, 19: 391–408.
- Currás, A., Zamora, L., Reed, J.M., García-Soto, E., Ferrero, S., Armengol, X., Mezquita-Joanes, F., Marqués, M.A., Riera, S., Julià, R. 2012. Climate change and human impact in central Spain during Roman times: High-resolution multi-proxy analysis of a tufa lake record (Somolinos, 1280 m a.s.l.). *Catena*, 89: 31–53.
- Curt, T., Prévosto, B., Kleszczewski, M., Lepart, J., 2003. Post-grazing Scots pine colonization of mid-elevation heathlands: population structure, impact on vegetation composition and diversity. *Annals of Forest Science*, 60: 711–724.
- Da Lage, A., Métalié, G., 2000. *Dictionnaire de biogéographie végétale*. CNRS, Paris. 579 p.
- Davis, A.L., 2007. Upland agriculture and environmental risk: a new model of upland land-use based on high spatial-resolution palynological data from West Affric, NW Scotland. *Journal of Archaeological Science*, 34: 2053–2063.
- Davies, A.L., Tipping, R., 2004. Sensing small-scale human activity in the palaeoecological record: fine spatial resolution pollen analyses from Glen Affric, northern Scotland. *The Holocene*, 14: 233–245.
- Davis, M. B., Deevey, E., 1964. Pollen accumulation rates: Estimates from late-glacial sediment of Rogers Lake. *Science*, 145: 1293–1295.
- Davis, O.K., 1984. Pollen frequencies reflect vegetation patterns in a great basin (USA) mountain range. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 40, 295–315.
- Davis, O.K., Shafer, D., 2006. *Sporormiella* fungal spores, a palynological mean of detecting herbivore density. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 237: 40–50.
- Dean, W.E.J.R.J., 1974. Determination of carbonate and organic matter in calcareous sediments and sedimentary rocks by loss on ignition: comparison with other methods. *Journal of Sedimentary Petrology*, 44: 242–48.

- Dearing, J.A., Battarbee, R., Dikau, R., Larocque, I., Oldfield, F., 2006. Human-environment interactions: towards synthesis and simulation. *Regional Environmental Change*, 6 (1-2): 115-123.
- Dearing, J., Dotterweich, M., Foster, T., 2011. Editorial: Integrative paleoscience for sustainable management. In: J. Dearing, M. Dotterweich, T. Foster, L. Newman, L. von Gunten (Eds.), *Integrative Paleoscience for Sustainable Management*. PAGES, 19 (2): 53-55.
- Dedet, B., 2001. *Tombes et pratiques funéraires protohistoriques des Grands Causses du Gévaudan (Aveyron, Gard, Lozère)*. Editions de la Maison des sciences de l'homme (DAF), 84. Paris. 356 p.
- Delhon, C., Thiebault, S., 2005. The migration of beech (*Fagus sylvatica* L.) up the Rhone: the Mediterranean history of a "mountain" species. *Vegetation History and Archaeobotany*, 14: 119-132.
- Dietre, B., Gauthier, E., Gillet, F., 2012. Modern pollen rain and fungal spore assemblages from pasture woodlands around Lake Saint-Point (France). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 186: 69-89.
- Diot, M.-F., 1992. Etudes palynologiques de blés sauvages et domestiques issus de cultures expérimentales. *Préhistoire de l'agriculture: nouvelles approches expérimentales et ethnographiques*. Ed. CNRS, Paris, 1 (2): 107-111.
- Diot, M.-F., Miras, Y., Pontet, A., 2006. Analyse pollinique de l'ancien étang de la villa gallo-romaine des Cars (Corrèze). *Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté*, 799: 109-121.
- Domergue, C., Leroy, M., 2000. L'état de la recherche sur les mines et les métallurgies en Gaule, de l'époque gauloise au haut Moyen Âge. *Gallia*, 57: 3-10.
- Doyen, E., Vannière, B., Bichet, V., Gauthier, E., Richard, H., Petit, C., 2006. Vegetation history and landscape management from 6500 to 1500 cal. B.P. at Lac d'Antre, Gallo-Roman sanctuary of Villards d'Héria, Jura, France. *Vegetation History and Archaeobotany*, 22 : 83-97.
- Duby, G., Wallon, A., 1975. *Histoire de la France rurale*. Le Seuil, Paris, 620 p.
- Dumayne-Peaty, L., 2001. Human impact on vegetation. In: D.R. Brothwell & A.M. Pollard (Eds.), *Handbook of Archaeological Sciences*. John Wiley & Sons London: 379-392.
- Ejarque, A., 2009. Génesis y configuración microregional de un paisaje cultural pirenaico de alta montaña durante el Holoceno: estudio polínico y de otros indicadores paleoambientales en el valle del Madriu-Perafita-Claror. Tesis Doctoral, Universitat Rovira i Virgili, Tarragona. <http://www.tdx.cat/TDX-0118111-123303>. 363 p.
- Ejarque, A., Orengo, H., 2009. Legacies of change: the shaping of cultural landscapes in a marginal mediterranean Mountain range, the garraf massif, north-eastern Spain. *Oxford Journal of Archaeology*, 28(4): 425-440.
- Ejarque, A., Julià, R., Riera, S., Palet, J.M., Orengo, H.A., Miras, Y., 2009. Tracing the history of highland human management in the eastern Pre-Pyrenees (Spain): an interdisciplinary palaeoenvironmental approach. *The Holocene*, 19 (8): 1241-1255.
- Ejarque, A., Miras, Y., Riera, S., Palet, J.M., Orengo, H.A., 2010. Testing micro-regional variability in the Holocene shaping of high mountain cultural landscapes: a palaeoenvironmental case-study in the eastern Pyrenees. *Journal of Archaeological Science*, 37: 1468-14769.
- Ejarque, A., Miras, Y., Riera, S., 2011. Pollen and non-pollen palynomorph indicators of vegetation and highland grazing activities obtained from modern surface and dung datasets in the eastern Pyrenees. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 167: 123-139.

- Ellis, M., Ellis, J., 1985. *Microfungi on land plants. An identification handbook*. Croom Helm, London and Sydney. 868 p.
- Erdtman, G., 1960. The acetolysis method. *Svensk Botanisk Tidskrift*, 54 (4): 561-564.
- Etienne, D., Jouffroy-Bapicot, I., 2014. Optimal counting limit for fungal spore abundance estimation using *Sporormiella* as a case study. *Vegetation History and Archaeobotany*. DOI 10.1007/s00334-014-0439-1
- Euba, I., 2009. *Explotación de los recursos forestales desde el Neolítico hasta la época moderna en los valles de La Vansa-sierra del Cadí (Alt Urgell) y del Madriu (Andorra). Análisis antracológico de estructuras altimontanos*. Documenta, 9. Tarragona. ICAC. 358 p.
- Faegri, K., Iversen, J., 1989. *Textbook of Pollen Analysis by Knut Faegri and Johs. Iversen*. IV ed. John Wiley and Sons Ltd, Chichester. 328 p.
- Fages, G., 1987. Fouille de sauvetage de trois tumulus. Les Bondons. *Lozère Archéologie*, 4: 15-18.
- Fages, G., 1988. La route de l'uranium et la préhistoire des Bondons. *Revue du Gévaudan, des Causses et des Cévennes. Bulletin de la Société des Lettres, Sciences et des Arts de la Lozère*, 1: 7-31.
- Fages, G., Paris, H., 2006. La Montagne du Lozère: traces d'une fréquentation néolithique. *Bulletin du Centre d'études et de recherches littéraires et scientifiques de Mende*, 26: 3-26.
- Fages, G., 2007. Préhistoire et Protohistoire. In: *Parque National des Cévennes: Atlas archéologique du Parc National des Cévennes, Mende*: 18-21.
- Fages, G., 2012. La Lozère au cours de la Protohistoire. In: Trintignac, A., *Carte archéologique de la Gaule. La Lozère*, 48. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Paris: 61-86.
- Fau, L., 2006. *Les monts d'Aubrac au Moyen Age. Génèse d'un monde agro-pastoral*. Editions de la Maison des sciences de l'homme (DAF), Paris, 213 p.
- Faure, E., 2012. "Hautes terres". *L'anthropisation des monts d'Aubrac et du Lévezou (Massif Central, France) durant l'Holocène. Approche palynologique des dynamiques socio-environnementales en moyenne montagne*. Tesis Doctoral. Université Toulouse 2 Le Mirail, Laboratoire GEODE UMR 5602, Toulouse. 308 p.
- Fel, A., 1962. *Les hautes terres du Massif Central*. Tesis Doctoral, Faculté des Lettres de Clermont, Clermont-Ferrand, 340 p.
- Fel, A., 1984. Histoire d'un paysage pastoral: le Massif Central. *Revue Géographique Alpine*, 72 (2-4): 253-264.
- Ferdière, A., 2003. Le territoire gabale, poste avancé de la Gaule intérieure aux confins de la Narbonnaise. In: M. Bats, B. Dedet, P. Garmy, Th. Janin, C. Raynaud, M. Schwaller (Ed.), *Peuples et territoires en Gaule en Gaule méditerranéenne, Hommage à Guy Barruol*. R.A.N., suppl. 35, Montpellier: 215-222.
- Festi, D., 2012. *Palynological reconstruction of the onset and development of alpine pasture in the Eastern Alps since the Neolithic*. Tesis Doctoral, Universidad de Innsbruck. Instituto de Botánica. Innsbruck. 66 p.
- Feugère, M., Py, M., 2011. *Dictionnaire des monnaies découvertes en Gaule méditerranéennes*. Montagnac, Merdoil, B.N.F., Paris. 717 p.
- Firbas, F., 1932. Contribution à l'histoire postglaciaire des forêts des Cévennes méridionales. *Station Internationale de Géobotanique Méditerranéenne et Alpine*, 15: 9-16.
- Firbas, F., 1934. Über die Bestimmung der natürlichen der Walddichte und der Vegetation waldloser Gebeite mit Hilfe der Pollenanalyse. *Planta*, 22: 109-145.

- Firbas, F., 1937. Der pollenanalytische Nachweis des Getreidebaus. *Zeitschrift für Botany*, 31: 447–478.
- Flahault, C., 1901. Les limites supérieures de la végétation forestière et les prairies pseudo-alpines en France. *Revue des Eaux et Forêts*, 40: 385-401 y 417-439.
- Florenzano, A., Mercuri, A.M., Pederzoli, A., Torri, P., Bosi, G., Olmi, L., Rinaldi, R., Mazzanti, M., 2012. The Significance of Intestinal Parasite Remains in Pollen Samples from Medieval Pits in the Piazza Garibaldi of Parma, Emilia Romagna, Northern Italy. *Geoarchaeology*, 27: 34-47.
- Fries, M., 1969. Aspects of floristic changes in connection with the development of the cultural landscape. *Oikos, Supplementum*, 12: 19-34.
- Gaillard, M.-J., 2007. Pollen methods and studies-archaeological applications. In: S.A. Elias (Ed.). *Encyclopedia of Quaternary Science*. Elsevier, Amsterdam: 2570-2595.
- Gaillard, M.-J., Birks, H.J.B., Emanuelsson, U.; Berglund, B.E., 1992: Modern pollen/land-use relationships as an aid in the reconstruction of past land-uses and cultural landscapes: an example from south Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany*, 1: 3–17.
- Gaillard, M.-J., Birks H.J.B., Emanuelsson, U., Karlsson, S., Lagerås, L., Olausson, D., 1994. Application of modern pollen-land-use relationships to the interpretation of pollen diagrams – reconstructions of land-use history in south Sweden, 3000-0 BP. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 82: 47–73.
- Galop, D., 1998. *La forêt, l'homme et le troupeau dans les Pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et méditerranée*. Géode, Université de Toulouse-Mirail, Toulouse. 285 p.
- Galop, D., 2000. Les apports de la palynologie à l'histoire rurale. La longue durée des activités agropastorales pyrénéennes. *Etudes rurales*, 153-154: 127-138.
- Galop D., 2005. La conquête de la montagne Pyrénéenne au Néolithique. Chronologie, rythmes et transformations des paysages à partir des données polliniques. In : J. Guilaine (Dir.), *Populations néolithiques et environnement*. Editions Errance. Paris: 279-295.
- Galop, D., Jalut G., 1994. Differential human impact and vegetation history in two adjacent Pyrenean valleys in the Ariège basin, southern France, from 3000 B.P. to the present. *Vegetation History and Archaeobotany*, 3: 225-244.
- Galop, D., Tual, M., Monna, F., Dominik, J., Beyrie, A., Marembert, F., 2001. Cinq millénaires de métallurgie en montagne basque. Les apports d'une démarche intégrée alliant palynologie et géochimie isotopique du plomb. *Sud-Ouest Européen*, 11: 3-15.
- Galop, D., Monna, F., Beyrie, A., Carozza, L., Mougin, V., Marembert, F., Parent G., 2002. Métallurgie et histoire de l'environnement au cours des cinq derniers millénaires en Pays basque nord (Vallée de Baigorri, Pyrénées-Atlantique, France): résultats préliminaires d'une approche interdisciplinaire. *Archeologia Postmedievale*, 6: 155–169.
- Galop, D., Carroza, L., Marembert, F., Bal, M.C., 2007. Activités agropastorales et climat durant l'âge du Bronze dans les Pyrénées: l'état de la question à la lumière des données environnementales et archéologiques. In: H. Richard, M. Magny, C. Mordant, (Dir.), *Environnements et cultures à l'âge du Bronze en Europe Occidentale. Acte des Congrès Nationaux des sociétés historiques et scientifiques*, 129ème CTHS, Besançon: 108-119.
- Galop, D., Houet, T., Mazier, F., Leroux, G., Rius, D., 2011. Grazing activities and biodiversity in the Pyrenees : new insight on high altitude ecosystems in the framework of a Human-Environment Observatory. *PAGES News*, 19 (2): 53-55.

- Galop, D., Rius, D., Cugny, C., Mazier, F., 2013. A history of long-term human–environment interactions in the french Pyrenees inferred from the pollen data. In: L.R. Lozny (Ed.), *Continuity and change in cultural adaptation to mountain environments from prehistory to contemporary threats*. Springer, New York: 19-30.
- Galvanek, D., Janak, M., 2008. *Management of Natura 2000 habitats. 6230 \*Species-rich Nardus grasslands. Technical Report 2008 14/24*. European Commission. Documento técnico. 24 p.
- García, N., Cuttelod, A., AbdulMalak, D. (Eds.), 2010. *The Status and Distribution of Freshwater Biodiversity in Northern Africa: The IUCN Red List of Threatened Species Regional Assessment*. IUCN, Gland, Switzerland. Cambridge, UK and Málaga, Spain. 141 p.
- Gauthier, E., 2012. *Pollen et Microfossiles: des crêts du Jura aux fjords du Groenland*. HDR. Université de Franche Comté UFR SLHS. Besançon, 154 p.
- Gauthier, E., Richard, H., 2008. L'anthropisation du Massif jurassien: bilan des données palynologiques. In: M. Desmet, M. Magny & F. Mocchi (Eds.), *Du climat à l'Homme. Dynamique holocène de l'environnement dans le Jura et les Alpes*. Le Bourget du Lac: Laboratoire EDYTEM. Collection EDYTEM, Cahiers de Paléoenvironnement, 6: 273-280.
- Gauthier, E., Richard, H., 2009. Bronze Age at Lake Bourget (NW Alps, France): Vegetation, human impact and climatic change. *Quaternary International*, 200 (1-2): 111-119.
- Geel, B. (van), 1978. A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and The Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 25, 1–120.
- Geel, B. (van), 2001. Non-pollen palynomorphs. In: J.P. Smol, J.B. Birks & W.M. Last, (Eds.) *Tracking environmental change using lake sediments. Volume 3: Terrestrial, algal, and siliceous indicators*. Kluwer Academic Publishers, Dorderecht: 99-119.
- Geel, B. (van), Andersen, S.T., 1988. Fossil ascospores of the parasitic fungus *Ustilina deusta* in Eemian deposits in Denmark. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 56: 89–93.
- Geel, B. (van), Aptroot, A., 2006. Fossil ascomycetes in Quaternary deposits. *Nova Hedw*, 82: 313–329.
- Geel, B. (van), Bohncke, S.J.P., Dee, H., 1980/1981. A palaeoecological study of an upper late glacial and Holocene sequence from “de borchert”, The Netherlands. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 31, 367–448.
- Geel, B. (van), Hallevas, D.P. (van), Pals, J. P., 1983. A Late Holocene deposit under the Westfriese Zeedijk near Enkhuizen (Prov. of N-Holland, 6 e Netherlands): palaeoecological and archaeological aspects. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 38: 269-335.
- Geel, B. (van), Mur, L.R., Ralska-Jasiewiczowa, M., Goslar, T., 1994. Fossil akinetes of *Aphanizomenon* and *Anabaena* as indicators for medieval phosphate-eutrophication of Lake Gosciaz (Central Poland). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 83: 97-105.
- Geel, B. (van), Buurman, J., Waterbolk, H. T., 1996. Archaeological and palaeoecological indications of an abrupt climate change in 6 e Netherlands, and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP. *Journal of Quaternary Science*, 11 (6): 451-460.
- Geel, B. (van), Buurman, J., Brinkkemper, O., Schelvis, J., Aptroot, A., Reenen, G. (van), Hakbijl, T., 2003. Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (6 e Netherlands), with special reference to coprophilous fungi. *Journal of Archaeological Science*, 30 (7): 873-883.

- Gellatly, A. F., Grove, J. M., Switsur, V. R., 1992. Mid-Holocene glacial activity in the Pyrénées. *The Holocene*, 2: 266–270.
- Gensane, M. (de), 1776. *Histoire naturelle de la province de Languedoc*. Tomo II. <http://www.geolales.net/Gensanne.html>
- Giesecke, T., Fontana, S.L., 2008. Revisiting pollen accumulation rates from Swedish lake sediments. *The Holocene*, 18: 293-305.
- Giesecke, T., Hickler, T., Kunkel, T., Sykes, M.T., Bradschaw, R.H.W., 2007. Towards an understanding of the Holocene distribution of *Fagus sylvatica* L. *Journal of Biogeography*, 34: 118-131.
- Godron, M., 1988. *Carte des étages de végétation du Languedoc-Roussillon*. USTL Montpellier, Institut de Botanique, Laboratoire de Systematique et d'écologie méditerranéenne, Montpellier., 22 p.
- Gresser, P., Richard, H. 1986. Palynologie et sources écrites: le cas du Jura à l'époque médiévale. *Actes du colloque Du pollen au cadastre. Homme et Terres du Nord*, 2-3: 102-105.
- Grimm, E., 1987. Coniss: A fortran 77 program for stratigraphically constrained cluster analysis by the method of incremental sum of squares. *Computers & Geosciences*, 13, (1): 13-35.
- Groenman-van Waateringe, W., 1993. The effects of grazing on the pollen production of grasses. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2: 157-162.
- Gruat, P., 2007. L'archéologie des paysages, la lente conquête des terroirs. In: G. Briane & D. Aussibal ( Dir.), *Paysage de l'Aveyron. Portraits et enjeux.*, Editions du Rouergue. Rodez: 30-43.
- Guenet, P., 1986. *Analyse pollinique de la tourbière de Chambedaze et recherches pollenanalytiques dans les monts Dore et le Cézallier (Massif central, France)*. Tesis Doctoral, Université Aix-Marseille III, Marseille. 107 p.
- Guenet, P., 1993. Analyses polliniques en Artense sur le plateau de Millevaches (Massif-Central, France). *Palynosciences*, 2: 79-108.
- Guilaine, J., (Dir.), 1991. *Pour une archéologie agraire*. A. Colin, Paris, 576 p.
- Guilliot, C., 2001. *Actions anthropiques sur la végétation de la tourbière des Narses Mortes (Massif Central, France): recherches pollen-analytiques sur l'impact de la métallurgie du plomb-argentifère depuis le Moyen Âge*. DEA Biosciences de l'Environnement, Chimie et Santé, Université d'Aix Marseille III, Marseille, 33 p.
- Haas, J.N., 1996. Neorhabdocoela oocytes- palaeoecological indicators found in pollen preparations from Holocene freshwater lake sediments. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 91: 371-382.
- Haas, J.N., Richoz, I., Tinner, W., Wick, L., 1998. Synchronous Holocene climatic oscillations recorded on the Swiss Plateau and at timberline in the Alps. *The Holocene*, 8 (3): 301-309.
- Hall, S., 1985. Bibliography of quaternary palynology in Arizona, Colorado, New Mexico, and Utah. In: V. Bryant Jr., R.C. Holloway (Eds.), *Pollen Records of Late Quaternary North American Sediments*. American Association of Stratigraphic Palynologists, Dallas, TX: 405–423
- Hall, V.A., 1989. A study of the modern pollen rain from a reconstructed 19th century farm. *Irish Naturalist Journal*, 23: 82–92.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D., 2006. PAST. *Palaeontological Statistics ver 1.38*. 69 p.
- Heim, J. 1970. *Les relations entre les spectres polliniques récents et la végétation actuelle en Europe occidentale*. Tesis Doctoral, Université de Louvain, Louvain. 179 p.



- Heiri, O., Lotter, A.F., Lemcke, G., 2001. Loss on ignition as a method for estimating organic and carbonate content in sediments: reproducibility and comparability of results. *Journal of Paleolimnology*, 25: 101–110.
- Hélas, J.-C., 1979. Les paysages gevaudanais du XV<sup>ème</sup> siècle: l'apport des terriers. *Actes des congrès de la Société des historiens médiévistes de l'enseignement supérieur public*. 10<sup>th</sup> Congress, Lille: 233-246.
- Hélas, J.-C., 1989. Avant la soie, avant Calvin, une Préhistoire. In : P. Joutard (Ed.), *Les Cévennes. De la montagne à l'homme*. Privat, Toulouse: 51-96.
- Hélas, J.-C., 1998. Emphytheusis tenure: its role in the economy and in the rural society of Eastern Languedoc . In: K. L. Reyerson & J. V. Drendel (Eds.), *Urban and Rural Communities in Medieval France: Provence and Languedoc, 1000-1500*. The Medieval Mediterranean, Vol. 62, Brill: 333 p.
- Hicks, S., 2001. The use of annual arboreal pollen deposition values for delimiting tree-lines in the landscape and exploring models of pollen dispersal. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 117: 1-29.
- Hicks, S., Hyvärinen, H., 1999. Pollen influx values measured in different sedimentary environments and their palaeoecological implications. *Grana*, 38: 228-242.
- Hjelle, K., 1999. Modern pollen assemblages from mown and grazed vegetation types in western Norway. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 107: 55–81.
- Hong, S., Candelone, J.-P., Patterson, C.C., Boutron, C. F., 1996. History of ancient copper smelting pollution during roman and medieval Times recorded in Greenland Ice. *Science*, 272: 246-249.
- Huntley, B., Birks, H.J.B., 1983. *An atlas of past and present pollen maps of Europe 0-13,000 years ago*. Cambridge University Press, Cambridge, 667 p.
- Innes, J., Blackford, J., Simmons, I., 2010. Woodland disturbance and possible land-use regimes during the Late Mesolithic in the English uplands: pollen, charcoal and non-pollen palynomorph evidence from Bluewath Beck, North York Moors, UK. *Vegetation History and Archaeobotany*, 19 : 439–452.
- Iversen, J., 1941. Landnam in Danmarks Stenalder (land Occupation in Denmark's Stone Age). *Danmarks Geologiske Undersøgelse*, II, 66: 7–68.
- Iversen, J., 1973. The development of Denmark's nature since the Last Glacial. *Danmarks Geologiske Undersøgelse Roekke*, V, 7C: 1-126.
- Jalut, G., Vernet, J.L., 1981. La végétation du pays de Sault et de ses marges depuis 15 000 ans: réinterprétation des données palynologiques et apports de l'anthracologie. In: J. Guilaine (Ed.), *Pays de Sault, Espaces, peuplement, population*. CNRS, Paris : 23-40.
- Jalut, G., 1995. Analyse pollinique de sédiments holocènes de l'étang de Capestang (Hérault). In: J. Guilaine (Ed.), *Temps et Espace dans le Bassin de l'Aude du Néolithique à l'Age du Fer. GrandsProjets d'Archéologie Métropolitaine*, Toulouse: 293–302.
- Jalut, G., Dedoubat, J.J., Fontugne, M., Otto, T., 2009. Holocene circum-Mediterranean vegetation changes: Climate forcing and human impact. *Quaternary International*, 200: 4–18.
- Janssen, C.R., 1959. Alnus as a disturbing factor in pollen diagrams. *Acta botanica Neerlandica*, 8: 55-58.
- Janssen, C. R., Straten, R. (van), 1982. Premiers résultats des recherches palynologiques en Forez, Plateau central. *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, série III, 294 : 83-86.

- Jaudon, B., Leparat, J., Marty, P., Pélaquier, E., 2006. Troupeaux et paysages sur le Causse Méjan (XVII<sup>e</sup> - XX<sup>e</sup> S.). In: P.-Y. Laffont, (Ed.). *Transhumance et estivage en Occident. Des origines aux enjeux actuels*. Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, 275-289.
- Jestin, P., 1998. *Flore du Parc national des Cévennes*. Éditions Rouergue. Rodez. 291 p.
- Joly, C., Barillé, L., Barrau, M., Mancheron, A., Visset, L., 2007. Grain and annulus diameter as criteria for distinguishing pollen grains of cereals from wild grasses. *Review of Paleobotany and Palynology*, 146: 221-243.
- Jones, P.M., 2004. *Politics in the Rural Society: The Southern Massif Central c.1750-1880*. Cambridge University Press, Cambridge, 392 p.
- Jouffroy-Bapicot, I., 2010. *Évolution de la végétation du Massif du Morvan (Bourgogne-France) depuis la dernière glaciation à partir de l'analyse pollinique. Variations climatiques et impact des activités anthropiques*. Tesis Doctoral, Université de Franche-Comté, Besançon. 372 p.
- Jouffroy-Bapicot, I., Pulido, M., Baron, S., Galop, D., Monna, F., Lavoie, M., Petit, C., Beaulieu (de), J.-L., Richard, H., 2007. Environmental impact of early palaeometallurgy: pollen and geochemical analysis. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16: 251-258.
- Jouffroy-Bapicot, I., Vannière, B., Gauthier, E., Richard, H., Monna, F., Petit, C., 2013. 7000 years of vegetation history and land-use changes in the Morvan Mountains (France): A regional synthesis. *The Holocene*, 23(12): 1888-1902.
- Juggins, S., 1991. *C2 Data Analysis vs. 1.4.2*. University of Newcastle, Newcastle.
- Julia, R., 2012. *Résultats de l'étude géochimique et sédimentologique des tourbières de l'Amourous et Countrasts*. Memoria técnica. In: P. Allée, & M., Bal-Serin (Coord.). *Pratiques et mobilités territoriales sur le mont Lozère depuis le Néolithique*. 7 p.
- Juvigné, E., Milcamps, V., Delibrias, G., Evin, J., 1988. Ages de traits polliniques et chronozonation du Tardiglaciaire et de l'Holocène dans le Massif central (France). *Mededelingen Rijks Geologische Dienst*, 41 (4): 33-50.
- Kholeif, S.E., 2010. Holocene paleoenvironmental change in inner continental shelf sediments, Southeastern Mediterranean, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*, 57: 143-153.
- Kiffer, E., Morelet, M., 1997. *Les Deutéromycètes. Classification et clés d'identification générique*. INRA éditions, Paris, 315 p.
- Knaap, W.O. (van der), Leeuwen, J.F.N., (van), Goslar, T., Krisai, R., Tinner, W., 2012. Human impact on vegetation at the Alpine tree-line ecotone during the last millennium: lessons from high temporal and palynological resolution. *Vegetation History and Archaeobotany*, 21: 37-60.
- Kuhry, P., 1997. The palaeoecology of a treed bog in western boreal Canada: a study based on microfossils, macrofossils and physico-chemical properties. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 96: 183-224.
- Küster, H., 1988. The History of the Landscape around Auerberg, Southern Bavaria - A Pollen Analytical Study. In: H.H. Birks et al. (Eds.), *The Cultural Landscape: Past, Present and Future*, Cambridge University Press, Cambridge: 300-310.
- Kühn, M., Maier, U., Herbig, C., Ismail-Meyer, K., Le Bailly, M., Wick, L., 2013. Methods for the examination of cattle, sheep and goat dung in prehistoric wetland settlements with examples of the sites Alleshausen-Taschenwiesen and Alleshausen-Grundwiesen (around cal 2900 BC) at Lake Federsee, south-west Germany. *Journal of Environmental Archaeology*, 18 (1): 43-57.

- Küster, H., 1997. The role of farming in the postglacial expansion of beech and hornbeam in the oak woodlands of central Europe. *The Holocene*, 7 (2): 239-242.
- Lagerås, P., 1996. *Vegetation and Land-use in the Småland Uplands, Southern Sweden, During the Last 6000 Years*. Lundqua Thesis, 36. Lund University. Lund. 39 p.
- Lamentowicz, M., Obremska, M., 2010. A rapid response of testate amoebae and vegetation to inundation of a kettle hole mire. *Journal of Paleolimnology*, 43: 499–511.
- Lamentowicz, M., Milecka, K., Gałka, M., Cedro, A., Pawlyta, J., Piotrowska, N., Lamentowicz, Ł., Knaap, W.O. (van der), 2009. Climate- and human-induced hydrological change since AD 800 in an ombrotrophic mire in Pomerania (N Poland) tracked by testate amoebae, macro-fossils, pollen, and tree-rings of pine. *Boreas*, 38: 214–229.
- Landes, C., 1982. *Inventaire et étude des mines et fonderies antiques et médiévales des régions Midi-Pyrénées et Languedoc-Roussillon*. Rapport de prospections. Service Régional de l'Archéologie, Languedoc Roussillon. Montpellier, 5 p.
- Laurent, S., 2005. *Mines et métallurgie du plomb argentifère sur le mont Lozère au Moyen Age*. Memoria de Master. Université de Lyon 2. Lyon. 51 p.
- Lavrieux, M., Disnar, J.R., Chapron, E., Bréheret, J.G., Jacob, J., Miras, Y., Reyss, J.L., Andrieu-Ponel, V., Arnaud, F., 2013. 6,700-year sedimentary record of climatic and anthropogenic signals in Lake Aydat (French Massif Central). *The Holocene*, DOI : 10.1177/0959683613484616.
- Le Bailly, M., Mouze, S., Chaves, M., Da Rocha, G., Heim, J.-L., Lichtenberg, R., Dunand, F., Bouchet, F. 2010. Identification of *Taenia* sp. in a Mummy from a Christian Necropolis in El-Deir, Oasis of Kharga, Ancient Egypt. *Journal of Parasitology*, 96 (1): 213-215.
- Ledger, P.M., Edwards, K.J., Schofield, J.E., 2014. A multiple profile approach to the palynological reconstruction of Norse landscapes in Greenland's Eastern Settlement. *Quaternary Research*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.yqres.2014.04.003>
- Lemée, G., 1943a. L'évolution forestière postglaciaire du mont Lozère d'après l'analyse pollinique des tourbières. *Comptes Rendus des Séances de la Société de Biogéographie*, 20: 30-32.
- Lemée, G., 1943b. La genèse des pelouses culminales de l'Aigoual. Institut Botanique de la Faculté des Sciences de Strasbourg. *Série Phytosociologique et pédologique*, 5: 177-181.
- Lemée, G., 1949. La genèse du sol des pelouses culminales de l'Aigoual. *Revue de Géographie Alpine, Grenoble*, 38, 1: 177-180.
- Lemée, G., 1953. L'évolution forestière du Massif central depuis la dernière glaciation. *Mélanges géographiques offerts à Ph. Arbos*. Institut de Géographie, Clermont-Ferrand : 189-196.
- Lemerrier, O., 2007. La fin du Néolithique dans le sud-est de la France. Concepts techniques, culturels et chronologiques. De 1954 à 2004. *Congrès du Centenaire: Un siècle de construction du discours scientifique en Préhistoire*: 485-500.
- Lepš, J., Šmilauer, P., 2003. *Multivariate Analysis of Ecological Data Using CANOCO*. Cambridge University Press, Cambridge. 284 p.
- Lévêque, C., Muxart, T., Abbadie, L., Weill, A., Leeuw, S. (van der). L'anthroposystème : entité structurelle et fonctionnelle des interactions sociétés-milieus. In: C. Lévêque, S. van der Leeuw, I. Reynier (Eds.) *Quelles*

- natures voulons-nous?: pour une approche socio-écologique du champ de l'environnement. Elsevier, Paris: 110-129.
- Lhullier, S., 1999. *Inventaires des sites à scories du mont Lozère*. Rapport de stage, Parc National des Cévennes. 75 p
- Lindbladh, M., Niklasson, M., Karlsson, M., Björkman, L., Churski, M., 2008. Close anthropogenic control of *Fagus sylvatica* establishment and expansion in a Swedish protected landscape - Implications for forest history and conservation. *Journal of Biogeography*, 35: 682-697.
- Linden, M. (van der), Vickery, E., Charman, D.J., Geel, B. (van), 2008. Effects of human impact and climate change during the last 350 years recorded in a Swedish raised bog deposit. *Palaeogeography Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 262: 1-31.
- Linkola, K., 1916. Studien über den Einfluß der Kultur auf die Flora in den Gegenden nördlich vom Ladogasee I. Allgemeiner Teil. *Acta Societatis pro Fauna et Flora Fennica*, 45, 429 p.
- Lomas-Clarke, S.H., Barber, K.E., 2004. Palaeoecology of human impact during the historic period: palynology and geochemistry of a peat deposit at Abbeyknockmoy, Co. Gaiway, Ireland. *The Holocene*, 14: 721-731.
- López Sáez, J.A., López García, P., Burjachs, F., 2003. Arqueopalinología: síntesis crítica. *Polen*, 12: 5-35.
- López-Merino, L., López-Sáez, J.A., Ruíz PAZata, M.B., Gil García, M.J., 2008. Reconstructing the history of beech (*Fagus sylvatica*) in the north-western Iberian range (Spain): from the Late-Glacial refugia to the Holocene anthropic-induced forests. *Review of Paleobotany and Palynology*, 152: 58-65.
- López-Merino, L., Martínez Cortizas, A., López-Sáez, J.A., 2011. Human-induced changes on wetlands: a study case from NW Iberia. *Quaternary Science Reviews*, 30: 2745-2754.
- López-Merino, L., López-Sáez, J.A., Alba-Sánchez, F., Pérez-Díaz, S., 2009. 2000 years of pastoralism and fire shaping high-altitude vegetation of Sierra de Gredos in central Spain. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 158: 42-51.
- López-Merino, L., Silva Sánchez, N., Kaal, J., López-Sáez, J.A., Martínez Cortizas, A., 2012. Post-disturbance vegetation dynamics during the Late Pleistocene and the Holocene: an example from NW Iberia. *Global and Planetary Change*, 92-93: 58-70.
- López-Sáez, J.-A., Geel, B., Farbos-Textier, S., Diot, M.-F., 1998. Remarques paléoécologiques à propos de quelques palynomorphes non-polliniques provenant de sédiments quaternaires en France. *Revue de Paléobiologie*, 17 (2): 445-459.
- Luo, S., Ku, T.L., 1991. U-series isochron dating: a generalized method employing total-sample dissolution. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 55: 555-564.
- Magne, P., Clavé, A. 1956. Les drailles de transhumance dans le Gard et la Lozère. *Bulletin de la Fédération Française d'Économie Alpestre*, 6: 213-237.
- Magny, M., 1992. Holocene lake-level fluctuations in Jura and the northern subalpine ranges, France: regional pattern and climatic implications. *Boreas*, 21: 319-334.
- Magny, M., 1993. Correlation of lake-level fluctuation with atmospheric C14 variations: a climate-sun relation. *Comptes rendus de l'Académie des sciences, série IIa: Sciences de la Terre et des planètes*, 317: 1349-1356.
- Magny, M., 1999. Lake-level fluctuations in the Jura and French subalpine ranges associated with icerafting events in the north atlantic and variations in the polar atmospheric circulation. *Quaternaire*, 10 (1): 61-64.

- Magny, M., 2004. Holocene climate variability as reflected by mid-European lake-level fluctuations and its probable impact on prehistoric human settlements. *Quaternary International*, 113: 65-79.
- Magny, M., Richoz, I., 1998. Holocene lake-level fluctuations in Lake Seedorf, southern Swiss Plateau. *Eclogae Geologicae Helveticae*, 91: 345-357.
- Magny, M., Leuzinger, U., Bortenschlager, S., Haas, J.N., 2006. Tripartite climate reversal in Central Europe 5600–5300 years ago. *Quaternary Research*, 65: 3–19.
- Magny, M., Vannière B., Beaulieu, J.L. (de), Bégeot, C., Heiri, O., Millet, L., Peyron, O., Walter-Simonnet, A.V., 2007. Early-Holocene climatic oscillations recorded by lake-level fluctuations in west-central Europe and in central Italy. *Quaternary Science Reviews*, 26: 1951-1964.
- Magny, M., Peyron, O., Gauthier, E., Vanniere, B., Millet, L., Vermot-Desroches, B., 2011. Quantitative estimates of temperature and precipitation changes over the last millennium from pollen and lake-level data at Lake Joux, Swiss Jura Mountains. *Quaternary Research*, 75: 45-54.
- Magri, D., 2008. Patterns of post-glacial spread and the extent of glacial refugia of European beech (*Fagus sylvatica*). *Journal of Biogeography*, 35 (3): 450-463.
- Magri, D., Vendramin, G.G., Comps, B., Dupanlaup, I., Geburek, T., Gömöry, D., Latalowa, M., Litte, T., Paule, L., Roure, J.M., Tantau, I., Van Der Knaap, W.O., Petit, R.J., Beaulieu J.-L. (de), 2006. A new scenario for the Quaternary history of European beech populations: palaeobotanical evidence and genetic consequences. *New Phytologist*, 171: 199-221.
- Mahé-Le Carlier, C., Ploquin, A., Fluck, P., 2010. Apport de la géochimie et de la pétrologie à la connaissance de la métallurgie primaire du plomb argentifère au Moyen Âge Les exemples du Mont Lozère (Cévennes) et de Pfaffenloch (Vosges). *Archéosciences, Revue d'Archéométrie*, 34: 159-176.
- Maher, L.J. Jr., 1981. Statistics for microfossil concentration measurements employing samples spiked with marker grains. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 32: 153-191.
- Manneville, O. Vergne, V., Villepoux, O., 2006. *Le monde des tourbières et des marais. France, Suisse, Belgique, Luxembourg*. Delachaux et Niestlé. Paris. 320 p.
- Marcott, S.A., Shakun, J.D., Clark, P.U., Mix, A.C., 2013. A Reconstruction of regional and global temperature for the past 11,300 Years. *Science*, 339: 1198-1201.
- Marinova, E., Atanassova, J., 2006. Anthropogenic impact on vegetation and environment during the Bronze Age in the area of Lake Durankulak, NE Bulgaria: Pollen, microscopic charcoal, non-pollen palynomorphs and plant macrofossils. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141 (1-2): 165-178.
- Martin, C., Didon-Lescot, J.-F., Lhuillier, S., Usselman, P., 2004. Reforestation et stockage du carbone au xxème siècle sur le versant sud du Mont-lozère (France). *Actes du colloque "Gestion de la biomasse, érosion et séquestration du carbone (Montpellier, septembre 2002)*, Tome 2: Séquestration du carbone et Érosion des sols, 23: 60-71.
- Martin, P., Colas, A., 1999. *La dépression du Valdornaz: un contact par boutonnière entre le Mont Lozère et les causses de Sauveterre et de Mende*. Document inédit. 38 p.
- Martínez Cortizas, A.M., García-Rodeja Gayoso, E., Pontevedra Pombal, X., Nóvoa Muñoz, J.C., Weiss, D., Cheburkin, A., 2002. Atmospheric Pb deposition during the last 4,600 years recorded by two ombrotrophic peat bogs and implications for the use of peat as a geochemical archive. *Science of Total Environment*, 292: 33–44.

- Marty, A. 1983. *Le versant sud du Mont Lozère: histoire agraire d'une terre pauvre*. Mémoire de fin d'études de l'INA-PG, Paris, 102 p.
- Massé, L., 2012. Cadre géographique et géologique. In: A. Trintignac, *Carte archéologique de la Gaule. La Lozère*, 48. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris: 51-60.
- Mauduy, J., 1975. Premières observations sur les formes quaternaires et actuelles des montagnes cévenoles. *Méditerranée*, Deuxième série, 20(1): 59-71.
- Mauquoy, D., Geel, B., 2007. Mire and peat macros. In: S.A. Elias, (Ed.) *Encyclopedia of Quaternary Sciences*, Elsevier, Paris: 2315-2336.
- Mazier, F., Galop, D., Brun, C., Buttler, A. 2006. Modern pollen assemblages from grazed vegetation in the western Pyrenees, France: a numerical tool for more precise reconstruction of past cultural landscapes. *The Holocene* 16: 91-103.
- Mazier, F., Galop, D., Gaillard, M.J., Rendu, C., Cugny, C., Legaz, A., Peyron, O., Buttler, A., 2009. Multidisciplinary approach to reconstructing local pastoral activities - an example from the Pyrenean Mountains (Pays Basque). *The Holocene*, 19: 171-188.
- Mazoyer, M., Roudart, L., 1997. *Histoire des agricultures du monde du néolithique à la crise contemporaine*. Éditions du Seuil, Paris. 545 p.
- Mercuri, A.M., Accorsi, C.A., Bandini Mazzanti, M., 2002. The long history of Cannabis and its cultivation by the Romans in central Italy, shown by pollen records from Lago Albano and Lago di Nemi. *Vegetation History and Archaeobotany*, 11 (4): 263-276.
- Mighall, T. M., Martínez Cortizas, A., Biester, H., Turner, S. E., 2006. Proxy climate and vegetation changes during the last five millennia in NW Iberia: Pollen and non-pollen palynomorph data from two ombrotrophic peat bogs in the North Western Iberian Peninsula. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 141 (1-2): 203-223.
- Miossec, J.-M., Saussol, A. 1971. À propos de la transhumance ovine dans le Gard. *Bulletin de la Société languedocienne de géographie*, 4: 455-467.
- Miras, Y., 2004. *L'analyse pollinique du plateau de Millevaches (Massif Central, France) et de sites périphériques limousins et auvergnats: approche des paléoenvironnements, des systèmes agropastoraux et évolution des territoires ruraux*. Laboratoire de Chrono-écologie UMR6565, Université de Franche-Comté, Besançon. 300 p.
- Miras, Y., 2009. L'étude des relations entre végétation et pluie pollinique actuelle sur le plateau de Millevaches (Limousin, France): outil pour une meilleure caractérisation pollenanalytique des formes paysagères et des pratiques agrosylvopastorales. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne* 73: 71-104.
- Miras, Y., Guenet, P., 2013. Une histoire plurimillénaire des paysages du Cézallier et ses liens avec les activités agrosylvopastorales depuis le Néolithique à partir de l'analyse pollinique de la tourbière de la Borie (1170 m, Saint-Saturnin, Cantal, France). In: F. Trément (Dir.), *Les arvernes et leurs voisins du Massif central à l'époque romaine*, 1: 481-497.
- Miras, Y., Guenet, P., Surmely, F., Michelin, Y., Tiblè, R., Walter-Simonnet, A.-V., Richard, H., 2003. Histoire de l'environnement et des dynamiques agro-pastorales dans le Massif du Cantal: étude pluridisciplinaire de la tourbière de Roussy (Saint-Projet-de-Salers, France). *Quaternaire*, 14 (4): 265-278.
- Miras, Y., Laggoun-Defarge F., Guenet P., Richard H., 2004. Multi-disciplinary approach to changes in agropastoral activities since the Subboreal in the surroundings of the "narse d'Espinasse" (Puy de Dôme, French Massif Central). *Vegetation History and Archaeobotany*, 13, 91-103.

- Miras, Y., Surmely, F., Guenet, P., Vannière, B., Walter-Simonnet, A.V., Tzortzis, S., 2006. Dynamiques d'occupation et histoire de l'environnement d'un terroir de moyenne montagne: la tourbière de Peyre (Lacapelle-Barrès, Cantal, Massif central) et ses alentours. Premiers résultats. In: Y. Miras & F. Surmely (Dir.), *Environnement et peuplement de la moyenne montagne, du Tardiglaciaire à nos jours, Actes de la table ronde de Pierrefort, juin 2003*. Presses universitaires de Franche-Comté, Besançon: 157-182.
- Miras, Y., Richard, H., Guenet, P., 2007. Vers une reconstruction de l'évolution des activités agropastorales en Auvergne et en Limousin : éléments de réflexion méthodologique. In : R. Desbrosse & A. Thévenin (Eds.), *Arts et cultures de la Préhistoire*. Editions du CTHS, Paris. Documents préhistoriques, 24: 319-332.
- Miras, Y., Ejarque, A., Orenco, H., Riera Mora, S., Palet, J. M., Poiraud, A., 2010a. Prehistoric impact on landscape and vegetation at high altitudes: An integrated palaeoecological and archaeological approach in the eastern Pyrenees (Perafita valley, Andorra). *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 144 (4): 924-939.
- Miras, Y., Guenet, P., Richard, H., 2010b. La genèse du paysage culturel du plateau de Millevaches (Limousin, Massif central, France): plus de 2000 ans d'histoire révélés par l'analyse pollinique. In : P. Grandcoing (Dir.): *Paysage en Limousin*. Presses Universitaires de l'Université de Limoges, Limoges: 99-124.
- Miras, Y., Guenet, P., Richard, H., 2011. Holocene vegetation, landscape and reconstruction of human activity from Prehistory to the Roman age based on new pollen data performed in the « Plateau de Millevaches » (Limousin, Massif Central, France). *Quaternaire*, 22 (2): 147-164.
- Miras, Y., Guenet P., Cruz, F., Garcia, J.-P., Petit, C., Guillaumet, J.-P., 2013a. Gestion des ressources naturelles dans le Pays de Tulle : impacts paysagers et histoire du châtaignier (*Castanea sativa* Mill.) de l'Antiquité à la Renaissance d'après la palynologie. *Aquitania*, 29: 311-330.
- Miras, Y., Lavrieux, M., Florez, M., 2013b. Holocene ecological trajectories in lake and wetland systems (Auvergne, France): a palaeoenvironmental contribution for a better Assessment of ecosystem and land use's viability in management strategies. *Annali di Botanica (Roma)*, 3: 127-133.
- Mitard, A.-E., 1927. Pluviosité de la bordure sud-orientale du Massif Central. *Revue de Géographie Alpine*, 15 (1): 5-70.
- Mitchell, E. A. D., Knaap, W. O. (van der), Leeuwen, J. F. N. (van), Buttler, A., Warner, B. G., Gobat, J.-M., 2001. The postglacial palaeoecological history of the Praz-Robet bog (Swiss Jura) based on pollen, plant macrofossils and testate amoebae (Protozoa). *The Holocene*, 11 (1): 65-80.
- Mocci, F., Palet, J.M., Segard, M., Tzortzis, S., Walsh, K., 2005. Peuplement, pastoralisme et modes d'exploitation de la moyenne montagne et haute montagne depuis la préhistoire dan le parc national des Écrins. In: A. Bouet & F. Verdin (Eds.), *Territoires et Paysages de l'Âge du Fer au Moyen Âge. Mélanges offerts à Philippe Leveau*. Ausonius, Bordeaux: 197-212.
- Moe, D., Hjelle, K.L. 1999. Mesolithic human adaption to changing alpine/subalpine vegetation in the central and eastern Alps, based on a vegetational historical study from Val Febbraro, Spluga Valley (Italy). *Bonn Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie*, 55: 207-214.
- Moe, D., Fedele, F.G., 2001. Pollen analytical study on the early use of a present-day trail in the Central Alps. *Preistoria Alpina (Trento)*, 33: 171-175.
- Moe, D., Fedele, F.G., Maude, A.E., Kvamme, M., 2007. Vegetational changes and human presence in the low-alpine and subalpine zone in Val Febbraro, upper Valle di Spluga (Italian central Alps), from the Neolithic to the Roman period. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16: 431-451.

- Monna, F., Galop, D., Carozza, L., Tual, M., Beyrie, A., Marembert, F., Chateau, C., Dominik, J., Grousset, F., 2004. Environmental impact of early Basque mining and smelting recorded in a high ash minerogenic peat deposit. *Science of the Total Environment*, 327 (1-3): 197-214.
- Monna, F., Camizuli, E., Revelli, P., Biville, C., Thomas, C., Losno, R., Scheifler, R., Bruguier, O., Baron, S., Chateau, C., Ploquin, A., Alibert, O., P., 2011. Wild Brown Trout Affected by Historical Mining in the Cévennes National Park, France. *Environmental Science and Technology*, 45: 6823-6830.
- Montoya, E., Rull, V., Geel, B., 2010. Non-pollen palynomorphs from surface sediments along an altitudinal transect of the Venezuelan Andes. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 297: 169-183.
- Moore, P., Webb, J., Collinson, M., 1991. *Pollen analysis*. Blackwell, Oxford. 216 p.
- Morel, C., 1935. Notes intéressantes. Exposé succinct de certaines fouilles faites par M. le Docteur Morel, dans diverses communes de la Lozère, pendant ces derniers temps. *Bulletin de la Société des Lettres, Sciences et Arts de la Lozère*. 1<sup>er</sup>-2<sup>e</sup> trimestres: 3-4.
- Morel, C., Bardy, B., 1957. Fouilles et recherches en Lozère. Campagne de 1957. *Revue du Gévaudan, des Causses et des Cévennes*: 3-29.
- Moriceau, J.-M., 1999. *L'élevage sous l'Ancien régime: les fondements agraires de la France moderne XVI<sup>e</sup>-XVIII<sup>e</sup> siècles*. Sedes, Paris, 256 p.
- Moriceau, J.M., Madeline, P., 2005. Transhumance: les nuits de fumature. *La France Agricole*, 3111: 118.
- Mullenders, W., 1962. Les relations entre la végétation et les spectres polliniques en forêt du Mont-Dieu (Ardennes, France). *Bulletin de la Société Botanique de Belgique*, 94: 131-138.
- Muller, S.D., Miramont, C., Bruneton, H., Carré, M., Sottocornola, M., Court-Picon, M., de Beaulieu, J.-L., Nakagawa, T., Schevin, P., 2012. A palaeoecological perspective for the conservation and restoration of wetland plant communities in the central French Alps, with particular emphasis on alder carr vegetation. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 17: 124-139.
- Muxart, T., Vivien, F.D., Villalba, B., Burnouf, J., 2003. *Des milieux et des hommes: Fragments d'histoires croisées*. Elsevier. Paris. 214 p.
- Nesje, A., Dahl, S. O., Andersson, C., Matthews, J. A., 2000. The lacustrine sedimentary sequence in Sygneskardvatnet, western Norway: a continuous, high-resolution record of the Jostedalbreen ice cap during the Holocene. *Quaternary Science Reviews*, 19: 1047-1065.
- Nicolas, V., Surmely, F., Miras, Y., 2012. L'évolution des paysages et des architectures sur la planèze sud du Plomb du Cantal du XI<sup>e</sup> au XIX<sup>e</sup> siècle. Apport des données archéologiques, archivistiques et paléoenvironnementales. In : C. Guillere (Dir.), *Le paysage rural au Moyen-Âge*. Ed. du CTHS, Paris: 79-106.
- Nielsen, A.B., 2004. Quantifying the relationship between pollen sedimentation in lakes and land cover using historical maps. *Review of Survey Activities*, 7: 49-52.
- Nilsen, L.S., Johansen, L., Velle, L.G., 2005. Early stages of *Calluna vulgaris* regeneration after burning of coastal heath in central Norway. *Applied Vegetation Science*, 8: 57-64.
- Orengo Romeu, H., Palet Martinez, J.M., Garcia Molsosa, A., 2011. Archeologie pastorale: sondages et prospection pedestre. In: P. Allée, & M., Bal-Serin (Coord.), *Pratiques et mobilités territoriales sur le mont Lozère depuis le Néolithique*. Memoria técnica. 32 p.
- Orengo, H., Palet, J.M., Ejarque, A., Miras, Y., Riera, S., 2013. Pitch production during the Roman period: an intensive mountain industry for a globalised economy? *Antiquity*, 87: 802-814.



- Orengo, H.A., Palet, J.M., Ejarque, A., Miras, Y., Riera, S., 2014. Shifting occupation dynamics in the Madriu-Perafita-Claror valleys (Andorra) from the early Neolithic to the Chalcolithic: The onset of high mountain cultural landscapes. *Quaternary International*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.01.035>: 13 p.
- Ozenda, P. 1975. Sur les étages de végétation dans les montagnes du Bassin Méditerranéen. *Documents de Cartographie Écologique*, 16: 1-32.
- Palet, J.M., Ejarque, A., Miras, Y., Euba, I., Orengo, H.A., Riera, S., 2007. Formes d'ocupació d'alta muntanya a la serra del Cadí (Alt Urgell) i la vall de Madriu-Perafita Claror (Andorra): estudi diacrònic de paisatges culturals pirinencs. *Tribuna d'Arqueologia*, 26: 229-254.
- Palet, J.M., Garcia Molsosa, A., Orengo, H., 2012. Rapport intermédiaire et Rapport Final de Synthèse Archéologie pastorale Interventions archéologiques. In: P. Allée, & M., Bal-Serin (Coord.), *Pratiques et mobilités territoriales sur le mont Lozère depuis le Néolithique*. Memoria técnica. 39 p.
- Pals, J., Geel, B., Delfos, A., 1980. Palaeoecological studies in the Klokkeveel bog near Hoogkarspel (prov of Noor Holland). *Review of Palaeobotany and Palynology*, 30: 371-418.
- Paradis-Grenouillet, S., 2012. *Etudier les «forêts métallurgiques»: analyses dendro-anthracologiques et approches géohistoriques*. Tesis Doctoral, Université de Limoges, Limoges. 452 p.
- Paradis-Grenouillet, S., Servera Vives, G., Allée, P., Miras, Y., Riera Mora, S. 2011. Forest management and territorial practices during the Early Middle Ages in the medium mountain of Mont Lozère (France). A combined approach of charcoal and palynological analyses. 5th International Meeting of Charcoal Analysis; The charcoal as cultural and biological heritage. *Saguntum: Papeles del Laboratorio de Arqueología de Valencia*, N° Extra 11: 115-116.
- Paradis-Grenouillet, S., Allée, P., Servera Vives, G., Ploquin, A., (en prensa). Sustainable management of metallurgical forest on Mont Lozère during the Early Middle Ages (France). *Journal of Environmental Archaeology*.
- Patterson, R.T., Dalby, A., Kumar, A., Henderson, L.A., Boudreau, R.E.A., 2002. Arcellaceans (thecamoebians) as indicators of land-use change: settlement history of the Swan Lake area, Ontario as a case study. *Journal of Paleolimnology*, 28: 297-316.
- Pauc, R., 1962. Points à *tegulae* et à poterie gallo-romaine dans la Commune d'Ispagnac (Lozère). *Revue du Gévaudan, des Causses et des Cévennes. Bulletin de la Société des Lettres, Sciences et Arts de la Lozère*, 8: 14-22.
- Pauc, R., 1965. Le tumulus n° 1 de Chabusse, commune d'Ispagnac (Lozère). *Revue du Gévaudan, des Causses et des Cévennes. Bulletin de la Société des Lettres, Sciences et Arts de la Lozère*, 11: 20-26.
- Payne, R., Lamentowicz, M., Knaap W.O. (van der); Leeuwen J.F.N. (van), Mitchell E.A.D., Mazei Y. 2012. Testate amoebae in pollen slides. *Review of Palaeobotany and Palynology* 173: 68-79.
- Pèlachs, A., Pérez-Obiol, R., Ninyerola, M., Nadal, J., 2009. Landscape dynamics of *Abies* and *Fagus* in the southern Pyrenees during the last 2200 years as a result of anthropogenic impacts. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 156: 337-349.
- Planchais, N., 1973. Contribution à l'analyse pollinique des sols de l'Aigoual étage du hêtre et pelouse sommitale. *Pollen et Spores*, 15: 293-309.
- Planchais, N., 1982. Palynologie lagunaire d'étang de Mauguio Paléoenvironnement végétal et évolution anthropique. *Pollen et Spores*, 24 (1): 93-118.

- Ploquin, A., Allée, P., Bailly-Maître, M.-C., Baron, S., Beaulieu, J.-L. (de), Carignan, J., Laurent, S., Lavoie, M., Mahé Le Carlier, C., Paradis, S., Peytavin, J., Pulido, M., 2010. PCR – Le Plomb argentifère ancien du Mont Lozère (Lozère). *Archéosciences, Revue d'Archéométrie*, 34: 99-114.
- Ploquin, A., Bailly-Maître, M.-C., Allée, P., 2002. Le plomb argentifère ancien du Mont Lozère. A la recherche des mines, des minerais et des ateliers, des paysages et des hommes (PCR). Memoria SRA Languedoc Roussillon, Mende.
- Ploquin, A., Bailly-Maître, M.-C., Allée, P., 2004. Le plomb argentifère ancien du mont Lozère. A la recherche des mines, des minerais et des ateliers, des paysages et des hommes (PCR). Memoria SRA Languedoc Roussillon, Mende.
- Ploquin, A., Bailly-Maître, M.-C., Allée, P., 2007. Le plomb argentifère ancien du mont Lozère. A la recherche des mines, des minerais et des ateliers, des paysages et des hommes (PCR). Memoria SRA Languedoc Roussillon, Mende.
- PNC, 2007a. *Guide du naturaliste Causses et Cévennes*. Libris, Grenoble. 335 p.
- PNC, 2007b. *Atlas archéologique du Parc national des Cévennes*. Parc National des Cévennes, Mende. 100 p.
- Pons, A., 1987. L'histoire de la végétation et plus particulièrement des forêts du Massif Central depuis 18000 ans révélée par l'analyse pollinique. In: P. Charbonnier & A. Poitrineau (Dir.), *Histoire de la Forêt du Massif Central*. Presses Universitaires Blaise Pascal, Clermont Ferrand: 3-16.
- Pons, A., Reille, M., Beaulieu, J.-L. (de), 1989. La végétation du Massif Central depuis la fin du dernier glaciaire. *Revue des Sciences Naturelles d'Auvergne*, 55: 87-95.
- Poska, A., Pidek, I.A., 2010. Pollen dispersal and deposition characteristics of *Abies alba*, *Fagus sylvatica* and *Pinus sylvestris*, Roztocze region (SE Poland). *Vegetation History and Archaeobotany*, 19: 91-101.
- Pott, R., 1992. The impact of Early Neolithic agriculture on the vegetation of Northwestern Germany. *Paläoklimaforschung*, 8: 60-72.
- Pott R., 2000. Palaeoclimate and vegetation - long-term vegetation dynamics in central Europe with particular reference to beech. *Phytocoenologia*, 30: 285-333.
- Prassl, J.-A., 1997. Exploitation antique dans le secteur minier du Bleymard (Lozère). In: P. Ambert (Dir.), *Mines et métallurgies de la Préhistoire au Moyen Âge en Languedoc-Roussillon et régions périphériques. Actes du Colloque de Cabrières, 1997*. Archéologie en Languedoc: 217-223.
- Prat B., 2006. *Systèmes agropastoraux et milieux périurbains en Basse Auvergne au cours des trois derniers millénaires: contribution de l'analyse palynologique à l'étude des interactions sociétés/milieux*. Tesis Doctoral, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand, 368 p.
- Prieto, A.R., 2000. Vegetational history of the Late glacial-Holocene transition in the grasslands of eastern Argentina. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 157: 167-188.
- Puertas, O., 1998. Evolution holocène de la végétation en bordure de l'étang de Méjean: analyse pollinique du sondage d'Embouchac (Lattes, Férault, France). *Quaternaire*, 9 (2): 79-89.
- Pulido, M., 2006. *Conséquences de l'anthropisation sur la dynamique post-glaciaire de la végétation dans le sud du Massif Central, France*. Tesis Doctoral, Université Paul Cézanne Aix-Marseille, Marseille. 309 p.
- Punt, W., Blackmore, S., Hoen, P., Stafford, P., 1976-2013. *The Northwest European Pollen Flora*. Vol I-IX, Elsevier. Amsterdam.

- Py, V., Durand, A., Ancel, B., 2013. Anthracological analysis of wood fuel used for firesetting in medieval metallic mines of the Faravel district (southern French Alps). *Journal of Archaeological Science*, 40: 3878-3889.
- Py, V., Véron, A., Edouard, J.-L., de Beaulieu, J.-L., Ancel, B., Segard, M., Durand, A., Leveau, P., 2014. Interdisciplinary characterisation and environmental imprints of mining and forestry in the upper Durance valley (France) during the Holocene. *Quaternary International*: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.05.002>
- Pyšek, P., Richardson, D.M., Rejmánek, M., Webster, G.L., Williamson, M., Kirschner, J., 2004. Alien plants in checklists and floras: towards better communication between taxonomists and ecologists. *Taxon*, 53: 131-143.
- Quezel, P., 1999. Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne: facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *GEOBIOS*, 32 (1): 19-32.
- Quilès, D., Rohr, V., Joly, K., Lhuillier, S., Ogereau, P., Martin, A., Bazile, F., Vernet, J.-L., 2002. Les feux préhistoriques holocènes en montagne sub-méditerranéenne: premiers résultats sur le Causse Méjean (Lozère, France). *C. R. Palevol* 1: 159-165.
- R Development Core Team, 2011. R A Language and Environment for Statistical Computing, 3-900051-07-0R *Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria. <http://www.R-project.org/>
- Reille, M., 1987. L'histoire de la végétation de Margeride (Massif Central, France) depuis quelque cent siècles, révélée par l'analyse pollinique de la tourbière de la Fouon de la Bique. *Revue du Gévaudan, des Causses et des Cévennes*. 1: 17-25.
- Reille, M., 1988. Analyse pollinique de la tourbière des Nassettes (Mont Lozère, Massif Central, France); réponse à quelques questions biogéographiques. *Revue du Gévaudan*, 2: 3-7.
- Reille, M., 1990. *Leçons de palynologie et d'analyse pollinique*. Ed. CNRS, Paris. 176 p.
- Reille, M., 1992-1998. *Pollen et spores d'Europe et d'Afrique du Nord*. Laboratoire de Botanique Historique et Palynologie, URA 1152/CNRS, Marseille.
- Reille, M., Beaulieu, J.L. (de), 1981. Analyse pollinique de l'étang de Cheylade (Massif Central, France): histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation de la Planèze de Saint-Flour. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 292: 243-246.
- Reille, M., Beaulieu, J.L. (de), 1988. History of the würm and holocene vegetation in western Velay (Massif Central, France): a comparison of pollen analysis from three corings at Lac du Bouchet. *Review of Paleobotany and Palynology*, 54: 233-248.
- Reille, M., Beaulieu, J.L. (de), 1990. Pollen analysis of a long younger Pleistocene continental sequence in a Velay maar (Massif Central, France). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 80: 35-48.
- Reille, M., Pons, A., 1982. L'histoire récente de *Pinus sylvestris* L. en Margeride (Massif Central, France) et la signification de cette essence dans la végétation actuelle. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris*, 294: 471-474.
- Reille, M., Beaulieu, J.-L. (de), Pons, A., 1985. Recherches pollenanalytiques sur l'histoire tardiglaciaire et holocène de la végétation du Cézaillier, de la Planèze de St-Flour et de la Margeride (Massif Central, France). *Pollen et Spores*, 27 (2): 209-270.
- Reille, M., Pons, A., Beaulieu, J.L. (de), 1992. Late and postglacial vegetation, climate and human action in the French Massif Central. *Cahiers de micropaléontologie*, 7: 93-106.

- Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., McCormac, F.G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., Plicht, J. (van der), Weyhenmeyer, C.E., 2009. IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, last 50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 51: 1111–1150.
- Reinhard, K.J., 1992. Parasitology as an Interpretive Tool in Archaeology. *American Antiquity*, 57(2): 231-245.
- Rendu, C., Calastrenc, C., Le Couédic, M., Galop, D., Rius, D., Cugny, C., Bal, M.-C., 2013. Montagnes et campagnes d'Oloron dans la longue durée. Premiers résultats d'un programme interdisciplinaire. *Aquitania Supplément*, 29: 37-68.
- Richard, H., 1994. Indices polliniques d'une néolithisation précoce sur le premier plateau du Jura (France). *Comptes Rendus de l'Académie de Sciences de Paris, série IIa*, 318: 993-999.
- Richard, H., 1995. Indices d'anthropisation dans les diagrammes polliniques du massif jurassien. *Palynosciences*, 3: 37-49.
- Richard, H., 1997. Indices polliniques de néolithisation précoce du massif jurassien aux vie et Ve millénaires. *Quaternaire*, 8 (1): 55-62.
- Richard, H., Gery, S., 1993. Variations in pollen proportions of *Plantago lanceolata* and *P. major/media* at a Neolithic lake dwelling, Lake Chalain, France. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2 (2): 79-88.
- Richard, H., Gauthier, E., 2007. Bilan des données polliniques concernant l'âge du Bronze dans le Jura et le nord des Alpes. In: H. Richard, M. Magny & C. Mordant (Eds.), *Environnements et cultures à l'âge du Bronze en Europe occidentale*. Documents préhistoriques, n° 21, Editions du CTHS, Paris. 71-87.
- Richardson, M.J., 2001. Diversity and occurrence of coprophilous fungi. *Mycological Research*, 105: 387-402.
- Riera Mora, S., 1993. Dinámica local de la vegetación en el "Estany del Cagalell" (Llano de Barcelona) a partir del estudio de los grumos polínicos. In: M.P. Fumanal & J. Bernabeu (Eds.), *Estudios sobre Cuaternario. Medios sedimentarios. Cambios Ambientales. Hábitat humano*. Publicacions de la Universitat de València. Valencia: 173-177.
- Riera, S. 2012. Natural resources, land uses and landscape shaping in the Iberian Peninsula from roman to medieval times: historical palaeoenvironmental records. *Arqueologia de la agricultura y la ganadería en la Alta Edad Media europea (Siglos V-X). Libro de resúmenes*. 16 Noviembre de 2012. Vitoria. <https://sites.google.com/site/farmingandhusbandry/>: 12-16
- Riera Mora, S., Palet Martínez, J.M., 2005. Aportaciones de la Palinología a la historia del paisaje mediterráneo: estudio de los sistemas de terrazas en las Sierras Litorales Catalanas desde la perspectiva de la Arqueología Ambiental y del Paisaje. In: Riera Mora, S. & Julià Brugués, R. (Eds.), *Una aproximació transdisciplinària a 8.000 anys d'història dels usos del sòl. Monografies del SERP*, 5: 55-74.
- Rieutort, L., 1997. Les moyennes montagnes d'Europe occidentale: affaiblissement ou réadaptation des campagnes?. *Noréis. Crises et mutations agricoles et rurales*, 173: 61-83.
- Rieutort, L., 2006. Transhumance et gestion des territoires montagnards. In: P.-Y. Lafont (Ed.), *Transhumance et estivage en Occident. Des origens aux enjeux actuels*. Presses Universitaires du Mirail, Toulouse: 367-385.
- Roberts, N., 1998. *The Holocene : an environment history*. Ed. Blackwell, Oxford, 328 p.
- Rolley J.-P., Wienin M., 2001. La petite histoire du plomb et du zinc en Cévennes. *Association Géologique d'Alès et de sa Région*, 52: 53-59.

- Rösch, M., 1998. The history of crops and crop weeds in south-western Germany from the Neolithic period to modern times, as shown by archaeobotanical evidence. *Vegetation History and Archaeobotany*, 7: 109-125.
- Rose, N.L., 1990. An extraction method for carbonaceous particles from lake sediments. *Journal of Paleolimnology*, 3: 45-53.
- Rose, N.L., 1995. The carbonaceous particle record in lake sediments from the Arctic and other remote areas of the northern hemisphere. *Science of the Total Environment*, 160/161: 487-496.
- Rose, N.L., 2001. Fly-ash particles. In: W.M. Last & J.P. Smol (Eds.), *Tracking Environmental Change Using Lake Sediments, Vol 2: Physical and Geochemical Methods*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 319-349.
- Rose, N.L., Appleby, P.G., 2005. Regional applications of lake sediment dating by spheroidal carbonaceous particle analysis I: United Kingdom. *Journal of Paleolimnology*, 34: 349-361.
- Rose, N.L., Harlock, S., Appleby, P.G., Battarbee, R.W., 1995. The dating of recent lake sediments in the United Kingdom and Ireland using spheroidal carbonaceous particle concentration profiles. *The Holocene*, 5: 328-335.
- Rothlisberger, F., 1986. *10.000 Jahre Gletschergeschichte der Erde*. Aarau, Sauerländer. 416 p.
- Rouaud, R., 2013. *Les forêts de pente de la haute vallée de la Dordogne: enjeux écologiques et énergétiques d'une ancienne forêt charbonnée*. Tesis doctoral, Université de Limoges, Limoges. 460 p.
- Ryan, P.A., Blackford, J.J., 2010. Late Mesolithic environmental change at Black Heath, south Pennines, UK: a test of Mesolithic woodland management models using pollen, charcoal and non-pollen palynomorph data. *Vegetation History and Archaeobotany*, 19: 545-558.
- Saboulin Bollena, R., 1983. Les forêts de la Lozère. *Forêt Méditerranéenne*, 5 (1): 3-44.
- Schnitchen, C., Magyari, E., Tothmeresz, B., Grigorszky, I., Braun M., 2003. Micropaleontological observations on a Sphagnum bog in East Carpathian region - testate amoebae (Rhizopoda: Testacea) and their potential use for reconstruction of micro- and macroclimatic changes. *Hydrobiologia*, 506 (1-3): 45-49.
- Schofield, J.E., Edwards, K.J., 2011. Grazing impacts and woodland management in Eriksfjord: Betula, coprophilous fungi and the Norse settlement of Greenland. *Vegetation History and Archaeobotany*, 20: 181-197.
- Sebastia, M.T., Casals, P., Voknikovic, S., Bogunic, F., Beus, V., 2005. Plant diversity and soil properties in pristine and managed stands from Bosnian mixed forests. *Forestry*, 78 (3): 297-303.
- Seppä, H., 2007. Pollen analysis, principles. In: S.A. Elias, (Ed.), *Encyclopedia of Quaternary Sciences*. Elsevier, Paris: 2486-2497.
- Servelle, C., Galop, D., 2006. Présentaion géographique et géomorphologique. In: L. Fau (Ed.), *Les Monts d'Aubrac au Moyen Âge. Genèse d'un monde agropastoral*. Documents d'Archéologie Française, 101. Paris: 18-36.
- Servera Vives, G., Miras, Y., Riera, S., Julià Brugués, R., Allée, P., Orengo, H., Paradis-Grenouillet, S., Palet, J.M., 2013. Tracing the land-use history and vegetation dynamics in the Mont Lozère (Massif central, France) during the last 2000 years: the interdisciplinary study-case of Countrasts peat bog. *Quaternary International*: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2013.10.048>. 17 p.
- Servière, É., 1964. Commaderie de Gap-Francès; ordre des Hospitaliers de Saint-Jean de Jérusalem". *Révue du Gévaudan de Causses et des Cévennes (Bulletin de la Société des Lettres, des Sciences et des Arts de la Lozère)*, 10: 41-72.

- Shotyk, W., Cheburkin, A.K., Appleby, P.G., Fankhauser, A., Kramers, J.D., 1997. Lead in three peat bog profiles, Jura Mountains, Switzerland: enrichment factors, isotopic composition, and chronology of atmospheric deposition. *Water Air Soil Pollut*, 100: 297-310.
- Shotyk, W., Blaser, P., Grünig, A., Cheburkin, A.K., 2000. A new approach for quantifying cumulative, anthropogenic, atmospheric lead deposition using peat cores from bogs: Pb in eight Swiss peat bog profiles. *The Science of the Total Environment*, 249: 281-295.
- Simmons, I.G., Innes J.B., 1996. Disturbance phases in the mid-Holocene vegetation at North Gill, North York Moors: form and process. *Journal of Archaeological Sciences*, 23: 183-191.
- Sköld, E., Lagerås, P., Berglund, B.E., 2010. Temporal cultural landscape dynamics in a marginal upland area: agricultural expansions and contractions inferred from palynological evidence at Yttra Berg, southern Sweden. *Vegetation History and Archaeobotany*, 19: 121-136.
- Sosa Ramírez, J., Xian Li, T., Godron, M., 1990. Bioclimatología de una región de montaña, Mont Lozère, Francia. *Atmosfera*, 3: 45-56.
- Steinhilber, F., Beer, J., Fröhlich, C., 2009. Total solar irradiance during the Holocene. *Geophysical Research Letters*, 36 (19): doi:10.1029/2009GL040142 4 p.
- Stevenson, A.C., Rhodes, A.N., 2000. Palaeoenvironmental evaluation of the importance of fire as a cause for *Calluna* loss in the British Isles. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 164: 195-206.
- Stockmarr, J. 1971. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen et Spores*, 13: 615-621.
- Stolze, S., Dörfler, W., Monecke, T., Nelle, O., 2012. Evidence for climatic variability and its impact on human development during the Neolithic from Loughmeenaghan, County Sligo, Ireland. *Journal of Quaternary Science*, 27(4): 393-403.
- Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, G., van der Plicht, J., Spurk, M., 1998. Intcal98 radiocarbon age calibration, 24 000-0 cal BP. *Radiocarbon*, 40: 1041-1083.
- Sugita, S. 1993: A model of pollen source area for an entire lake surface. *Quaternary Research*, 39: 239-244.
- Sugita, S. 2007. Theory of quantitative reconstruction of vegetation: pollen from large lakes REVEALS regional vegetation composition. *The Holocene*, 17: 229-41.
- Sugita, S., Gaillard, M.J., Broström, A., 1999. Landscapes openness and pollen records: a simulation approach. *The Holocene*, 9, (4): 409-421.
- Sugita, S., 1994. Pollen representation of vegetation in quaternary sediments: theory and method in patchy vegetation. *Journal of Ecology*, 82: 881-897.
- Surmely, F., Miras, Y., Guenet, P., Tzortzis, S., Savignat, A., Nicolas, V., Vannière, B., Walter-Simonnet, A.-V., Servera, G., Tzortzis, S., 2009. Occupation and land use history of a medium mountain from the Mid-Holocene: a pluridisciplinary study performed in the south Cantal (French Central Massif). *C.R. Palevol*, 8 (8): 737-748.
- Swindles, G.T., 2010/2011. Dating recent peat profiles using spheroidal carbonaceous particles (SCPs). *Mires and Peat*, 7, Artículo 03: 1-5.
- Tinner, W., Lotter, A.F., Ammann, B., Conedera, M., Hubschmid, P., Eluwan J.F.N. (van), Wehrli, M., 2003. Climatic change and contemporaneous land-use phases north and south of the Alps 2300 BC to 800 AD. *Quaternary Science Reviews*, 22 (14): 1447-1460.

- Tinner, W., Lotter, A.F., 2006. Holocene expansion of *Fagus sylvatica* and *Abies alba* in Central Europe: where are we after eight decades of debate? *Quaternary Science Reviews*, 25: 526-549.
- Tolonen, K., 1986. Charred particle analysis. In: B. E., Berglund, (Ed.), *Handbook of Holocene Palaeoecology and Palaeohydrology*. John Wiley and Sons, Ltd., New York: 485-496.
- Trément, F., Argant, J., Bréhéret, J.G., Cabanis, M., Dousteysier, B., Fourmont, A., Fournier, A., Lopez-Saez, J.A., Macaire, J.J., Prat, B., Vernet, G., 2005. Paysages et peuplement dans le bassin de Sarliève du Néolithique au Moyen-Age (Puy de Dôme, France). Éléments pour un nouveau modèle socio-environnementale. XXXVe Rencontres internationales d'Antibes, Editions, APDCA, 485-498.
- Trintignac, A., 1999. *L'artisanat et les productions à l'époque gallo-romaine dans la cité des Gabales (Lozère)*. Memoria de máster en arqueología. Université Paul-Valéry Montpellier III., 2 vol., Montpellier.
- Trintignac, A., 2012. *Carte archéologique de la Gaule. La Lozère*, 48. Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Paris, 533 p.
- Trintignac, A., Marot, E., Ferdière, A., 2011. *Javols-Anderitum (Lozère), chef-lieu de la cité des Gabales : une ville romaine de moyenne montagne. Bilan de 13 ans d'évaluation et de recherche (1996-2008)*. Archéologie et Histoire romaine, 21. 560 p.
- Tweddle, J.C., Edwards, K.J., Fieller, N.R.J., 2005. Multivariate statistical and other approaches for the separation of cereal from wild Poaceae pollen using a large Holocene dataset. *Vegetation history and archaeobotany*, 14: 15-30.
- Tzortzis, S., Mocci, F., Walsh, K., Talon, B., Court-Picon, M., Dumas, V., Py, V., Richer, S., 2008. Les massifs de l'Argentiérois du Mésolithique au début de l'Antiquité: au croisement des données archéologiques et paléoenvironnementales en haute montagne (Hautes-Alpes, parc national des Ecrins). In: D. Garcia & H. Richard, (Eds.), *Le Peuplement de l'arc alpin*. CTHS, Paris: 123-148.
- Valadas, B., 1984. *Les hautes terres du Massif Central français: contribution à l'étude des morphodynamiques récentes sur versants cristallins et volcaniques*. Tesis de Estado, Université de Paris I. Paris. 957 p.
- Valadas, B., Bernard-Allée, P., 1991. Les unités morphologiques du Mont Lozère. *Bulletin de l'Association des Géographes Français*, 1, vol. 68: 79-88.
- Valbuena, L., Tarrega, R., Luis-Calabuig, E., 2000. Seed banks of *Erica australis* and *Calluna vulgaris* in a heathland subjected to experimental fire. *Journal of Vegetation Science*, 11: 161-166.
- Valdés, B., Díez, M.J., Fernández, I., 1987. *Atlas polínico de Andalucía Occidental*. Universidad de Sevilla. Excma. Diputación de Cádiz, Cádiz. 450 p.
- Vannière, B., Martineau, R., 2005. Histoire des feux et pratiques agraires du Néolithique à l'âge du Fer en région Centre: implications territoriales, démographiques et environnementales. *Gallia Préhistoire*, 47: 167-186.
- Vernhet, A., 1971. Céramiques gauloises et céramiques d'importation dans les départements de l'Aveyron et de la Lozère du deuxième siècle avant J.-C. jusqu'à l'époque augustéenne. Mémoire de maîtrise d'Histoire régionale. Université Paul-Valéry, Montpellier III., Montpellier. 103 p.
- Veski, S., Koppel, K., Poska, A., 2005. Integrated palaeoecological and historical data in the service of fine-resolution land use and ecological change assessment during the last 1000 years in Rõuge, southern Estonia. *Journal of Biogeography*, 32: 1473-1488.
- Vleeschouwer, F., Chambers, F.M., Swindles, G.T., 2010/2011. Coring and sub-sampling of peatlands for palaeoenvironmental research. *Mires and Peat*, Volume 7, Article 01: 1-10.

- Vorren, K. D., 1986. The impact of early agriculture on the vegetation of Northern Norway. A discussion of anthropogenic indicators in biostratigraphical data. In: K.-E. Behre (Ed.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*, Balkema, A.A. Rotterdam, Boston: 1–18.
- Vorren, K., Morkved, B., Bortenschlager, S., 1993. Human impact on the Holocene forest line in the central Alps. *Vegetation History and Archaeobotany*, 2: 145–156.
- Vuorela, I., 1973. Relative pollen rain around cultivated fields. *Acta Botanica Fennica*, 102: 3–27.
- Vuorela, I., 1986. Palynological and historical evidence of slash-and-burn cultivation in South Finland. In: K.-E. Behre (Ed.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*, Balkema A.A., Rotterdam, Boston: 53–64.
- Waller, M., 2010. Ashted Common, the evolution of a cultural landscape: A spatially precise vegetation record for the last 2000 years from southeast England. *The Holocene*, 20 (5): 733–746.
- Waller, M., Grant, M.J., Bunting, M.J., 2012. Modern pollen studies from coppiced woodlands and their implications for the detection of woodland management in Holocene pollen records. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 187: 11–28.
- Waller, M.P., Schofield, J.E., 2007. Mid to Late Holocene vegetation and land use history in the Weald of South-Eastern England: multiple pollen profiles from the Rye Area. *Vegetation History and Archaeobotany*, 16: 367–384.
- Walsh, K., 2005. Risk and marginality at high altitudes: new interpretations from fieldwork on the Faravel Plateau, Hautes-Alpes. *Antiquity*, 79: 289–305.
- Walsh, K., Richer, S., 2006. Attitudes to altitude: changing meanings and perceptions within a “marginal” Alpine landscape—the integration of palaeoecological and archaeological data in a high altitude landscape in the French Alps. *World Archaeology*, 38 (3): 436–454.
- Walsh, K., Mocci, F., Court-Picon, M., Tzortzis, S., Palet, J.M., 2005. Dynamique du peuplement et activités agropastorales durant l’âge du Bronze dans les massifs du Haut Champsaur et de l’Argentierois (Hautes-Alpes). *Documents d’Archéologie Méridionale*, 28: 25–44.
- Walsh, K., Court-Picon, M., Beaulieu, J.-L. (de), Guiter, F., Mocci, F., Richer, S., Sinet, R., Talon, B., Tzortzis, S., 2013. A historical ecology of the Ecrins (Southern French Alps): Archaeology and palaeoecology of the Mesolithic to the Medieval period, *Quaternary International*: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2013.08.060>, 22 p.
- Web Natura 2000: [natura2000.environnement.gouv.fr](http://natura2000.environnement.gouv.fr)
- Whitlock, C., Larsen, C., 2001. Charcoal as a fire proxy. In: J. P. Smol, J. B. Birks & W. M. Last (Eds.), *Tracking environmental change using lake sediments*. Volume 3: Terrestrial, algal, and siliceous indicators. Kluwer Academic Publisher. Dordrecht: 75–97.
- Wiebe, C., 1998. Ökologische Charakterisierung von Erlenbruchwäldern und ihren Entwässerungsstadien: Vegetation und Standortverhältnisse. *Mitteilungen der Arbeitsgemeinschaft Geobotanik in Schleswig-Holstein und Hamburg*, 56.
- Wiel, A.M. (van der), 1982. A palaeoecological study of a section from the foot of the hazendonk (Zuid Holland, The Netherlands), based on the analysis of pollen, spores and macroscopic plant remains. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 38: 35–90.
- Wik, M., Renberg, I., 1991. Spheroidal carbonaceous particles as a marker for recent sediment distribution. *Hydrobiologia*, 214: 85–90.



- Wilmshurst, J.M., Wiser, S.K., Charman, D.J., 2003. Reconstructing Holocene water tables in New Zealand using testate amoebae: differential preservation of tests and implications for the use of transfer functions. *The Holocene*, 1: 61–67.
- Whittington, G., Gordon, A. D., 1987. The differentiation of the pollen of *Cannabis sativa* L. from that of *Humulus lupulus* L. *Pollen et spores*, XXIX (1): 111-120.
- Woodland, W.A., Charman, D.J., Sims, P.C., 1998. Quantitative estimates of water tables and soil moisture in Holocene peatlands from testate amoebae. *The Holocene*, 8 (3): 261–273.
- Wright, H.E.J. 1967. The use of surface samples in quaternary pollen analysis. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 2: 321–30.
- Yang, H., Rose, N.L., Battarbee, R.W., 2001. The dating of recent catchment peats using spheroidal carbonaceous particle (SCP) concentration profiles with particular reference to Lochnagar, Scotland. *The Holocene*, 11: 593–597.
- Yeloff, D., Broekens, P., Innes, J. B., Geel, B., 2007. Late Holocene vegetation and land-use history in Denmark: A multi-decadally resolved record from Lille Vildmose, northeast Jutland. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 146 (1-4): 182-192.



## RESUMEN

Se han estudiado cinco secuencias sedimentarias en el Mont Lozère con el objetivo de reconstruir la dinámica paisajística y los usos del suelo en la *longue durée*. La utilización de un análisis *multiproxy* ha permitido determinar los principales ritmos de antropización y establecer su carácter regional y/o local. La alta resolución espacial, cronológica y analítica ha permitido la integración de resultados con aquellos obtenidos en el marco del *PCR-Mont Lozère* y proponer los usos de la montaña que han modelado el paisaje cultural desde el Neolítico hasta la actualidad. Se ha evidenciado una larga historia de las interacciones socioambientales en el Mont Lozère, con una primera fase de carácter agropastoral en el Neolítico Antiguo, en ca. 4550-4400 cal BC. El Neolítico Final es una fase de marcado impacto agropastoral en la que se generalizan las quemadas para abrir claros en el bosque. En la Edad del Hierro se inicia una marcada deforestación en el piedemonte y los espacios de altitud, coincidiendo con un desarrollo agropastoral y metalúrgico. En el periodo altomedieval se amplifican las deforestaciones coincidiendo con un marcado incremento de las actividades agropastorales. En la Plena Edad Media se evidencia un sistema diversificado que implica metalurgia, agricultura, pastoreo, minería y carboneo. El desarrollo agropastoral de la Baja Edad Media supone una marcada deforestación en el macizo que se extiende hasta mitad del s. XIX, momento en que se inicia el declive del agropastoralismo y empiezan las reforestaciones en el Mont Lozère. La historia de las formaciones herbosas con *Nardus stricta* de los espacios somitales sigue estas principales fases de antropización y revela el papel clave del agropastoralismo en la génesis y evolución de este paisaje cultural.

**Palabras clave:** polen, evolución del paisaje, *multiproxy*, media montaña, Mont Lozère, agropastoralismo.



## RÉSUMÉ

### Cadre de travail.

Cette thèse s'inscrit au sein d'un programme de recherche plus large, le PCR « Pratiques et mobilités territoriales sur le mont Lozère depuis le Néolithique » (Dir. Ph. Allée y M.C. Bal-Serin) qui a été réalisé entre les années 2009 et 2012. Ce programme de recherche a proposé d'étudier les relations d'interdépendance société-milieu qui ont modifié les paysages et les anthroposystèmes de cette moyenne montagne au cours de l'Holocène. Son principal objectif était l'étude de la gestion de ressources naturelles par les sociétés du passé (exploitation agrosylvopastoral et minière) et l'organisation de l'espace en territoires fonctionnels dynamiques. Dans ce cadre de travail, cette thèse s'appuie sur les analyses polliniques, des microfossiles non polliniques (MNP) et des macrocharbons.

Le mont Lozère, qui culmine à 1699 m d'altitude, constitue un exemple de moyenne montagne subméditerranéenne dans le massif Central. Plusieurs études polliniques ont été réalisées au mont Lozère au cours du 20<sup>ème</sup> siècle (Lemée, 1943a, b; Beaulieu, 1974; Beaulieu & Gilot, 1972; Beaulieu & Pons, 1979; Reille, 1988, 1990). Cependant, ces travaux ont été centrés sur les grandes dynamiques de l'histoire de la végétation au cours de l'Holocène, et ne sont pas axés sur les interactions socioenvironnementales et l'histoire de l'anthropisation. Plus récemment, la thèse de M. Pulido (2006) a représenté un progrès notable dans la connaissance de l'anthropisation du mont Lozère. Mais son travail s'est inscrit dans un programme de recherche pluridisciplinaire axé sur l'étude des activités minières et métallurgiques médiévales et la gestion forestière associée à ces activités (Ploquin *et al.*, 2002, 2004, 2007 ; Baron *et al.*, 2005 ; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2007; Allée & Paradis, 2007 ; Ploquin *et al.*, 2010 ; Allée *et al.*, 2010), où les autres pratiques culturelles comme l'agropastoralisme étaient moins étudiées. Pourtant, comme le montre l'inscription en 2011 des Cévennes et des Causses au Patrimoine Mondial de l'UNESCO pour leurs « paysages culturels de l'agropastoralisme méditerranéen », ces activités doivent être étudiées avec détail étant donné leur rôle historique dans la configuration du paysage à l'échelle locale et régionale.

Par ailleurs, les travaux polliniques au mont Lozère ont été faits en général avec une faible résolution chronologique et analytique, peu de datations radiocarbone, l'absence d'étude multi-indicateurs (*multi-proxy*) et une faible confrontation des données avec les séries historiques et archéologiques. Ainsi, en combinant une grande diversité d'approches et de disciplines, le PCR mont Lozère a constitué un progrès significatif sur le plan épistémologique et méthodologique pour la recherche sur les paléoenvironnements holocènes et historiques de ce massif cévenol.

### **Problématique et approche méthodologique de la thèse.**

La problématique principale de la thèse est de caractériser l'histoire des systèmes d'exploitation des ressources naturelles et d'utilisation des sols du mont Lozère afin de déterminer comment les pratiques agrosylvopastorales ont façonné ce paysage culturel depuis le Néolithique jusqu'à sa configuration actuelle. Plusieurs objectifs spécifiques ont guidé ce travail de thèse :

- Déterminer l'histoire de la végétation et l'évolution paysagère, dans un milieu de moyenne montagne.
- Identifier les changements environnementaux et analyser les forçages climatiques, écologiques et/ou anthropiques.
- Caractériser la diversité des systèmes d'exploitation et ses divergences/coïncidences temporelles, altitudinales et microspatiales (spatialisation et complémentarité des pratiques).
- Reconstituer l'histoire de l'agropastoralisme au mont Lozère depuis le Néolithique et son rôle dans les formes du paysage historique et actuel.
- Déterminer l'impact des activités métallurgiques et des pratiques associées comme le charbonnage sur la végétation et la structure du paysage.

- Confronter les données apportées par l'analyse pollinique avec les sources historiques et archéologiques, afin d'approfondir la connaissance patrimoniale et culturelle de ce paysage. Il ne s'agit pas uniquement de déterminer les phases de construction paysagère, mais aussi de comprendre le rôle des activités humaines qui ont participé à une telle structuration.
- Identifier les principaux changements qui ont eu lieu dans les tourbières et leur possible relation avec les phases d'anthropisation.
- Déterminer le processus qui entraîne la genèse et/ou évolution des espaces ouverts d'altitude dominés par la nardaie.
- Replacer les changements paysagers et les pratiques humaines dans un cadre chronologique fiable et à haute résolution temporelle.

Ce travail de recherche s'inscrit dans les travaux scientifiques centrés sur l'étude du paysage culturel, en s'intéressant aux interactions socioenvironnementales sur la longue durée. Pour atteindre cet objectif, nous avons utilisé l'approche méthodologique suivante :

- Haute résolution spatiale. L'histoire du paysage du mont Lozère en relation avec les diverses activités humaines a été abordée par le biais d'une étude microrégionale qui implique l'intégration des plusieurs cas d'étude, soit cinq tourbières situées à des altitudes et des orientations diverses et dont les aires de captation pollinique diffèrent (Chapitre 5). Ce type d'étude microrégionale a montré son utilité dans l'intégration des données historiques et archéologiques car celles-ci ne peuvent être comparées qu'à grande échelle spatiale (v.gr., Davis & Tipping, 2004; Ejarque *et al.* 2009; Mazier *et al.*, 2009; Sköld *et al.*, 2010), qui est donc l'échelle la plus pertinente pour l'analyse des interactions socioenvironnementales (Dearing, *et al.*, 2006, 2011). Notre étude est complétée par deux séquences disposant d'un cadre chronologique fiable, étudiées précédemment dans la moitié ouest du mont Lozère (Pulido, 2006).
- Haute résolution temporelle. Pour associer les changements paysagers montrés par les diagrammes polliniques aux pratiques humaines mises en évidence par

l'archéologie et l'histoire (pâturage, activités minières, métallurgie, agriculture et charbonnage), il est nécessaire de disposer de cadres chronologiques fiables et de séquences à haute résolution analytique. Dans ce sens, un total de trente-et-une datations radiocarbone a été réalisé, qui ont été complétées par la quantification des *Spheroidal Carbonaceous Particles* (SCP), les données géochimiques et paléobiologiques (hausse de *Pinus* et occurrences de *Picea*) afin de construire des modèles d'âge-profondeur de haute fiabilité (Chapitre 5).

- Étude multi-indicateurs. Nous avons utilisé une approche multi-indicateurs, c'est-à-dire qui combine plusieurs types d'indicateurs tels le pollen, les amas de pollen (Prieto, 2000; Stolze *et al.*, 2012), les microfossiles non polliniques (Geel, 2001; Geel *et al.*, 2003; Cugny *et al.*, 2010) et les macrocharbons (Carcaillet *et al.*, 2001; Whitlock & Larsen, 2001).
- Interdisciplinarité. Ce travail de thèse est réalisé dans un cadre pluri- et interdisciplinaire associant l'étude de séquences tourbeuses (palynologie, sédimentologie et géochimie), l'archéologie pastorale, l'archéologie minière, l'anthracologie, la pédoanthracologie, la géoarchéologie et l'histoire.

## **Méthodologie.**

Cinq séquences sédimentaires ont été carottées dans cinq tourbières différentes (Fig. 18). La sélection de ces systèmes tourbeux a été faite afin d'analyser les changements paysagers à haute résolution spatiale, à une échelle locale ou microrégionale (Chapitre 1). Ainsi, une double stratégie de sélection de points de carottage a été réalisée combinant l'étude de différents types de milieux enregistreurs suivant un gradient altitudinal et des sites clés pour l'étude des interactions socioenvironnementales (il s'agit de sites localisés à proximité de vestiges culturels variés comme des sites à scories, des charbonnières, des enclos pastorales, les drailles, etc.). L'étude d'un transect altitudinal a pour objectif de déterminer l'organisation spatiale et mobilité des activités agropastorales tout au long d'un gradient variant de 1150 à 1550 m s.n.m. Les séquences d'Amourous (1550 m s.n.m.) et Countrasts



(1400 m s.n.m.) sont situées dans les espaces plans sommitaux, Font Bernard (1350 m s.n.m.) sur les gradins intermédiaires, tandis que Les Laubies (1280 m s.n.m.) et La Veyssière (1150 m s.n.m.) sont localisées au pied du massif.

Le carottage a été fait avec l'aide d'un carottier russe (Aaby & Digerfeldt, 1986), dont la fiabilité a été bien démontrée dans des milieux tourbeux (Vleeschouwer *et al.*, 2010/2011; Beaulieu & Reille, 1978). L'analyse physico-chimique a été réalisée sur un volume constant de sédiment (échantillons de 1 cm<sup>3</sup>), avec l'objectif de calculer le taux d'accumulation sédimentaire ou *pollen influx* (Bennet y Willis, 2001; Faegri & Iversen, 1989). L'identification taxonomique des grains de pollen a été faite avec l'aide de différents atlas et clés morphologiques (Beug, 2004; Moore *et al.*, 1991; Reille 1992-1998; Punt *et al.* 1976-2013; Valdés *et al.* 1987). Pour chaque spectre, 400 grains de pollen de plantes vasculaires ont été identifiés, en excluant les taxons locaux comme Cyperaceae, plantes aquatiques, fougères et *Sphagnum*. Les amas de pollen ont été comptabilisés séparément. La classification des céréales a été faite suivant les critères décrits par Faegri & Iversen (1989), tandis que les Cannabaceae suivent les recommandations de Mercuri *et al.* (2002). Les MNP ont été identifiés à partir de plusieurs travaux spécialisés (Baker *et al.*, 2013; Chmura *et al.*, 2006; Cugny *et al.*, 2010; Haas, 1996; Geel, 1978; Geel *et al.*, 1980-1981, 2003 y Wilmschurst *et al.*, 2003) et ils ont été comptabilisés jusqu'à atteindre la somme de base pollinique de 400 grains de pollen. Finalement, les échantillons analysés pour la concentration des macrocharbons a suivi le même traitement physico-chimique que les échantillons palynologiques.

## **Synthèse et conclusion.**

L'étude intégrée de différentes fenêtres spatiales au sein d'un même territoire s'est affirmée être un outil très pertinent dans l'intégration des données paléoenvironnementales et historique-archéologique, car elle permet de reconstruire une histoire du paysage à l'échelle microrégionale (Davis & Tipping, 2004; Ejarque *et al.*, 2009; Mazier *et al.* 2009; Dearing *et al.*, 2006; Dearing *et al.*, 2011). Il faut en effet rappeler que les milieux anthropisés sont caractérisés par une configuration en mosaïque et seule une approche microrégionale permet de préciser la complexité introduite par l'homme dans la dynamique paysagère. Par ailleurs,

le croisement d'informations paléoenvironnementales, archéologiques et historiques constitue un outil essentiel dans la calibration du signal paléoécologique si on dispose d'une haute résolution temporelle et spatiale permettant de corrélérer avec précision plusieurs séries de données.

Un bon exemple d'une telle approche est le site clé de Countrasts. En effet, situé à l'articulation entre l'espace forestier médiéval et les espaces ouverts d'altitude, il a été choisi comme atelier pour l'étude des interactions socioenvironnementales au cours de la période historique en raison de sa proximité avec la *Draille de la Margeride*, de la présence de nombreuses charbonnières de sites à scories et de structures pastorales. La comparaison des données obtenues avec les informations archéologiques locales a permis de calibrer et valider les interprétations paléoenvironnementales, de déterminer les usages humains avec une grande précision et d'offrir une vision plus complète de la gestion de l'espace et de sa répercussion dans la production de paysages culturels historiques (Servera Vives *et al.*, 2013).

Ce travail a également bénéficié d'autres études polliniques réalisées au mont Lozère ainsi que de la collaboration d'autres spécialistes dans le cadre du *PCR mont Lozère*. Enfin, l'utilisation d'une approche multi-indicateurs, à haute résolution spatiale et temporelle nous a permis d'apporter de nouvelles informations pour une meilleure compréhension des processus de changement paysager et des rythmes d'anthropisation qui ont contribué à la formation du paysage culturel de moyenne montagne qu'est le Mont Lozère. Les études de microfossiles non polliniques sont encore rares dans le massif Central (v.gr., Lavrieux *et al.*, 2013; Jouffroy-Bapicot, 2010; Jouffroy-Bapicot *et al.*, 2013; Faure, 2012; Nicolas *et al.*, 2012). Cette thèse utilise ces indicateurs pour la première fois au Mont Lozère. Enfin un dernier apport méthodologique de ce travail est l'utilisation des *Spheroidal Carbonaceous Particles*, qui sont utilisés pour la première fois dans le massif Central et ont permis d'élaborer des modèles d'âge-profondeurs plus précis pour les périodes les plus récentes.

Cette thèse doctorale met en évidence de nouvelles données sur l'histoire de la végétation pour les périodes de l'Atlantique et du Suboréal, plus concrètement à partir de ca. 6000 cal BC jusqu'à l'actuel, en montrant les principaux changements déjà décrits précédemment pour l'ensemble du massif Central (Beaulieu *et al.*, 1988). Les séquences analysées montrent

une prédominance de la chênaie diversifiée au sein du massif et un paysage éminemment forestier dans les différents secteurs analysés pendant l'Atlantique. La diffusion et l'expansion de *Fagus* et *Abies* est synchrone au mont Lozère et démarre vers ca. 4300-3950 cal BC. Elle est pourtant l'une des plus anciennes dans le massif Central avec celle de l'Aubrac où elle est datée de ca. 4500-4300 cal BC (Faure, 2012). Au mont Lozère, une plus grande et plus rapide infiltration de *Fagus* au sein de la chênaie diversifiée dans les secteurs de moindre altitude (Veyssière) est mise en évidence. Cette infiltration progressive de *Fagus* aurait pu profiter de clairières ouvertes dans la chênaie (v.gr., Küster, 1997; Court-Picon, 2007). L'expansion du hêtre dans les secteurs d'altitude (Amourous) s'intensifie à partir de ca. 3100-3000 cal BC, c'est-à-dire pendant le Néolithique final quand les diagrammes polliniques montrent la génération de clairières grâce à l'utilisation des feux à des fins agropastorales. Certes, la diffusion et l'expansion de *Fagus* répondent en partie à des forçages climatiques et à la proximité des refuges, mais ce processus peut avoir été favorisé par la génération des clairières par des communautés d'agropasteurs néolithiques.

Le paysage culturel du mont Lozère est fort ancien, il a commencé à se mettre en place il y a au moins 8000 ans. Les études antérieures dans le secteur avaient montré le rôle de la métallurgie sur la végétation forestière du massif et sur la configuration du paysage. Toutefois, ce travail de recherche met en évidence l'importance primordiale de l'agropastoralisme en tant qu'élément structurant de la configuration paysagère du mont Lozère. En ce qui concerne les rythmes d'anthropisation de la montagne, la première expansion agropastorale d'une certaine ampleur a lieu au Néolithique ancien dans les secteurs sommitaux (Amourous), elle se matérialise par l'ouverture de la chênaie liée à une expansion des activités agropastorales et par les premières occurrences d'agriculture vers ca. 4550-4400 cal BC. Les évidences d'anthropisation sont faibles dans les secteurs de moindre altitude (Veyssière). Ceci met en évidence une première diversité microrégionale de l'utilisation de l'espace, avec un impact centré dans les secteurs de plus haute altitude. Ensuite, pendant le Néolithique moyen (ca. 4400-3500 cal BC), a lieu une généralisation des activités agropastorales perceptibles aussi cette fois-ci dans les secteurs de piémont. Par ailleurs, le Néolithique final et le Bronze ancien montrent une notable expansion agropastorale dans tous les étages altitudinaux qui implique l'utilisation de feux périodiques

pour la génération d'espaces ouverts et de clairières consacrées à l'agropastoralisme, comme le suggère la récurrence de macrocharbons dans les séquences d'Amourous et Veyssière. Ce changement paysager se produit pendant une phase de croissance démographique attestée par la construction de nombreux mégalithes, qui pourrait traduire une importante occupation de l'espace (Beyneix *et al.*, 2001; Dedet, 2001). Les dynamiques d'occupation du sol et de gestion du milieu sont hétérogènes pendant le Bronze moyen et final, ce qui implique une rupture avec les dynamiques de la période précédente caractérisée par une plus grande homogénéité. Cette nouvelle phase de configuration paysagère montre que la fréquentation agropastorale se poursuit dans les espaces sommitaux dans un contexte qui demeure éminemment forestier (phase d'optimum de *Fagus*) au sein duquel l'utilisation des feux pastoraux s'interrompt, favorisant alors l'expansion de la hêtraie. Dans les secteurs de moindre altitude la pression anthropique est en revanche de plus faible intensité. Par ailleurs, les secteurs altitudinaux du versant nord (Peschio) semblent connaître une phase de déforestation qui pourrait être liée à la présence d'activités agropastorales et au développement de la métallurgie comme le suggèrent les données géochimiques (hausse de Pb/Al). Toutes ces phases d'anthropisation (du Néolithique à l'Âge du Bronze) se caractérisent par un impact modéré sur le milieu qui n'entraîne pas la disparition de la forêt et surviennent dans un contexte de mobilité des pratiques agropastorales à grande échelle. Cette situation est cohérente avec les données géoarchéologiques qui ne montrent pas de phase de détritisme hydrosédimentaire associée à ces activités avant l'Âge du Fer, attestant donc d'un équilibre morphodynamique pendant une grande part de l'Holocène (Allée, 2003).

L'Âge du Fer constitue un point d'inflexion dans les dynamiques d'occupation de la montagne que ce soit par sa généralisation à tous les secteurs altitudinaux que par l'ampleur des impacts. En effet, la baisse des valeurs de *Fagus* à Amourous et de *Quercus* caducifolié à la Veyssière indique le début d'une déforestation irréversible dans le massif à cause de l'expansion des pratiques agropastorales et de la diversification des pratiques qui comprennent maintenant aussi le charbonnage et la métallurgie. Le recul systématique de la forêt montagnarde au mont Lozère présente des caractéristiques et une chronologie similaires dans l'Aubrac et dans les Monts de l'Espinouse (Faure, 2012 ; Pulido, 2006). Sur le Lozère comme dans les autres massifs, la baisse de *Fagus* ne révèle pas un recul très

important pendant l'Âge du Fer mais marque le début d'un recul progressif qui va culminer dans la période historique. Les données géochimiques et archéologiques mettent en évidence l'extension des activités métallurgiques au mont Lozère, qui pourraient avoir contribué à la rétraction de la forêt (Julià, 2012; Baron *et al.*, 2005; Cauuet *et al.*, 2012; Paradis-Grenouillet, travail en cours). Une autre activité liée à la métallurgie et à la gestion de la forêt est le charbonnage mis en évidence dans le secteur de la Samouse (Paradis-Grenouillet, 2012). L'archéologie montre aussi la construction des nombreux tumulus dans les secteurs calcaires et indique une forte occupation du territoire (Dedet, 2001). Ainsi, la combinaison des données archéologiques et polliniques souligne qu'une occupation de l'espace plus vaste et plus intense se produit pendant l'Âge du Fer, créant un paysage plus ouvert dans tous les secteurs altitudinaux étudiés. Cette phase clé de l'anthropisation et de la construction du paysage culturel du mont Lozère s'accompagne des premières signatures hydrosédimentaires d'origine anthropoclimatique, et constitue donc aussi une phase charnière en matière d'érosion des sols, de flux sédimentaires et de métamorphose fluviale des petits bassins versants (Allée, 2003).

Le début de l'époque gallo-romaine correspond à une phase de stabilité des pratiques agricoles dans les secteurs de piemont (Veyssière) et à un développement agropastoral qui se manifeste particulièrement à partir du II-IIIe siècle cal AD environ. Aux secteurs sommitaux déjà ouverts précédemment pour favoriser le pâturage, s'ajoutent maintenant d'autres espaces d'altitude autour de 1400 m s.n.m. (Countrasts et Narses Mortes) faisant objet d'une pression pastorale plus intense au détriment de la hêtraie. Par ailleurs, les secteurs de moindre altitude montrent un développement agropastoral avec une stabilité des pratiques agricoles, comme en témoigne le démarrage d'une courbe continue de céréales qui se maintient jusqu'à la période actuelle. Pendant l'Antiquité la diversification de l'agrosystème se développe, comme le suggère la présence de céréales, du châtaignier et du noyer.

Le haut Moyen Age représente une autre période charnière dans l'histoire de l'anthropisation au mont Lozère, avec une importante expansion agropastorale (hausse notable des valeurs de *Cerealia-t* et des apophytes) qui implique la déforestation de la forêt montagnarde, aussi bien dans les secteurs altitude que sur le piemont. Les données paléoenvironnementales et les amas de pollen identifiés dans la séquence de Countrasts

indiquent qu'une baisse de la limite supérieure de la forêt autour de 1400 m s.n.m. survient alors dans ce secteur. Les données archéologiques coïncident avec la vision paléopaysagère fournie par la palynologie, car elles mettent en évidence l'importance du pâturage dans le secteur de Countrasts avec des structures pastorales datées entre le VI<sup>e</sup> et le IX<sup>e</sup> siècle cal AD (Palet *et al.*, 2012; Orengo *et al.*, 2011). C'est à cette époque que la configuration paysagère connue encore aujourd'hui prend forme, avec de larges espaces ouverts sur les plas sommitaux et dans les zones de piémont. De plus, les données géoarchéologiques obtenues sur le massif mettent en évidence une phase de détritisme anthropoclimatique pendant l'Antiquité tardive et le haut Moyen Âge, qui s'accorde bien avec le plus fort impact agropastoral démontré par les données polliniques. Cette phase de déforestation et d'expansion des activités agropastorales existe également dans de nombreux secteurs du massif Central comme l'Aubrac (Beaulieu *et al.*, 1982; Faure, 2012; Servelle & Galop, 2006), la Chaîne des Puys (Miras *et al.*, 2004; Lavrieux *et al.*, 2013), le Cantal (Surmely *et al.*, 2009), les monts de Lacaune et de l'Espinouse (Pulido, 2006) et intègre le mont Lozère dans les dynamiques d'anthropisation à une échelle macrorégionale.

Au Moyen Âge central a lieu une réorganisation spatiale des pratiques intégrant l'exploitation de diverses ressources naturelles comme le pâturage, l'extraction minière, la métallurgie, l'agriculture et le charbonnage.

Le pastoralisme semble perdre de son importance relative entre ca. 1000-1200 cal AD, par rapport à celle atteinte durant la période précédente, ce qui permet une remontée de la forêt dans les secteurs d'altitude. Cette moindre pression agropastorale sur les plas sommitaux pourrait être associée au développement de la métallurgie qui semble avoir joué le rôle de garante de la durabilité de la gestion de la forêt. En effet, les données dendrométriques et polliniques montrent une gestion durable de la ressource bois puisqu'aucune variation significative des calibres de bois n'a été révélée sur les charbonnières médiévales (Paradis-Grenouillet, 2012) et qu'on n'observe pas de déboisement de la hêtraie (stabilité et/ou progression des pourcentages polliniques de *Fagus*). Sur le piémont en revanche (Laubies et Veyssièr), l'expansion des activités agropastorales pourrait être mise en relation avec l'installation des habitats permanents médiévaux (Hélas, 1989).

L'équilibre bioculturel du Moyen Âge central semble se rompre à partir du XIII<sup>e</sup>-XIV<sup>e</sup> siècle cal AD environ, quand a lieu le développement de la grande transhumance liée à l'installation des ordres monastiques sur le mont Lozère. Ce développement agropastoral favorise la rétraction de la hêtraie et pourrait avoir entraîné une polarisation voire une confrontation entre les espaces sommitaux pâturés et les versants forestiers du massif dédiés au charbonnage et la métallurgie jusqu'à la fin du XIV<sup>e</sup> siècle cal AD. Les espaces intermédiaires (Font Bernard) commencent à être mis en valeur comme le montre la déforestation de ces secteurs. Toutefois, il serait nécessaire d'obtenir une séquence plus dilatée afin de mieux comprendre les dynamiques paysagères de ces espaces intermédiaires sur la longue durée. En tout état de cause, cette dernière expansion agropastorale qui démarre au Bas Moyen Âge implique une gestion des espaces ouverts d'altitude par le feu qui permet la régénération des pâtures en favorisant les pelouses et les landes à callune (hausse de Poaceae et *Calluna*). Les données polliniques montrent aussi une expansion maximale des cultures, aussi bien des cultures herbacées que des cultures arboréennes avec une extension notable de l'arboriculture du châtaignier. Cette phase d'expansion agricole converge avec les données historiques qui mettent en évidence un développement démographique régional. La fin des activités métallurgiques et du charbonnage au début du XV<sup>e</sup> siècle cal AD implique le passage d'un système diversifié vers un autre éminemment centré sur l'agropastoralisme. La présence de structures pastorales datées vers la fin du XIII<sup>e</sup> siècle et vers ca. 1490-1640 cal AD confirme l'expansion agropastorale initiée au XIII<sup>e</sup> siècle cal AD qui s'observe aussi dans les séquences polliniques. Les secteurs agricoles se localisent à proximité des noyaux de population des Laubies et de la Veyssière. L'existence d'un détritisme anthropoclimatique pendant tout le bas Moyen Âge et l'époque moderne confirme l'impact que ces activités agropastorales ont eu pendant cette période, en provoquant la crise alluviale la plus sédimentogène de tout l'Holocène (Allée, 2003). La gestion agropastorale de la montagne se maintient jusqu'à la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle cal AD, quand commencent le déclin de la transhumance et l'exode rural qui coïncident avec une phase de reboisements en résineux. L'abandon des zones de pâture permet aussi la recolonisation spontanée de ces espaces, notamment par des pins.

L'ensemble des données obtenues montre que les modalités d'occupation des sols et de construction paysagère ne sont pas linéaires, mais présentent une grande variabilité microrégionale et temporelle, notamment durant la préhistoire jusqu'à l'Âge du Fer, période à partir de laquelle se met en place une plus grande homogénéité et généralisation des dynamiques paysagères et de gestion de l'espace. Les dynamiques d'occupation de la montagne au mont Lozère se caractérisent par une anthropisation plus notable dans les secteurs d'altitude pendant le Néolithique et l'Âge du Bronze, une généralisation dans les secteurs de piémont et d'altitude à partir de l'Âge du Fer pour finalement occuper effectivement tout l'espace, y compris les étages intermédiaires à partir du Moyen Âge central. Ce modèle d'occupation de la montagne a été proposé précédemment par Ph. Allée (2003) à partir des données géoarchéologiques du mont Lozère. En définitive, cette thèse met en évidence une longue histoire de l'agropastoralisme sur le mont Lozère, qui a joué un rôle clé dans la construction du paysage culturel connu aujourd'hui et qui a valu sa reconnaissance comme « paysage culturel de l'agropastoralisme méditerranéen » par l'UNESCO.

Dans ce sens, il a été démontré une connexion entre le développement de l'agropastoralisme et l'extension de la nardaie, ce qui confirme le rôle de ces communautés végétales comme élément bioculturel qui doit être géré et préservé pour sa valeur culturelle. Cinq phases clés dans l'extension de la nardaie ont été mises en évidence : le Néolithique ancien, le Néolithique final, l'Âge du Fer II, le haut Moyen Âge et le bas Moyen Âge/Époque moderne. La séquence de l'Amourous (1550 m s.n.m.) est celle qui fournit le plus d'informations sur ces formations puisqu'elle se situe au cœur de la nardaie et qu'elle permet de suivre l'histoire de cette formation depuis le Néolithique. Nonobstant, la séquence des Contrasts montre que l'extension des pelouses atteint aussi ce secteur à partir du haut Moyen Âge au moins, quand se produit une baisse notable de la limite supérieure de la forêt. Le lien entre impact humain et extension des pelouses de graminées met en exergue que la genèse de ces espaces d'altitude ouverts dominés par la nardaie semble avoir démarré au Néolithique, en relation avec les activités agropastorales, comme l'avait déjà suggéré M. Reille (1988).



L'utilisation d'indicateurs locaux nous a permis de mieux comprendre la relation existant entre systèmes tourbeux et activités agropastorales. Par exemple, la séquence de Veyssière enregistre des changements dans l'hydrodynamisme de la tourbière au début de la période gallo-romaine qui coïncident avec une phase d'expansion des activités agropastorales dans les secteurs de piémont. C'est aussi le cas de la séquence des Countrasts qui montre le passage d'une tourbière boisée à bouleaux à une magnocariçaie coïncidant avec un développement agropastoral et une phase de détritisme anthropoclimatique (Allée, 2003; Servera Vives *et al.*, 2013). Des changements dans la végétation locale des tourbières des Countrasts et de la Veyssière sont aussi constatés au Moyen Age central. Ces changements dans la dynamique locale des systèmes tourbeux coïncident avec des phases de forte activité humaine accompagnée de phénomènes érosifs (de causalité anthropique ou anthropoclimatique) qui auraient favorisé la modification de l'hydrodynamisme des zones humides, mettant en évidence la haute sensibilité de ces écosystèmes aux contraintes environnementaux et leur attractivité pour les troupeaux (Garcia *et al.*, 2010; Muller *et al.*, 2012; López Merino *et al.*, 2011).

Les travaux archéométallurgiques et géochimiques réalisés dans les PCR précédents avaient montré l'importance des ressources minérales dans l'économie médiévale. Le *PCR-Mont Lozère* (2009-2012) a fourni de nouvelles données concernant la métallurgie gauloise et gallo-romaine. L'intégration des données paléoenvironnementales, géochimiques (séquences de l'Amourous et des Countrasts ; Julià, 2012) et de l'archéologie minière permet de mieux comprendre les impacts de ces activités sur le milieu ainsi que leur complémentarité avec d'autres pratiques comme l'agropastoralisme. Six phases de métallurgie ont été identifiées, dont deux sont possibles et quatre sont attestées par le biais des évidences archéologiques et/ou historiques. La première phase possible est identifiée grâce au signal géochimique du Néolithique Final (entre ca. 3300 y 2800 cal BC), et est contemporaine des évidences archéologiques métallurgiques du district minier de Cabrières-Péret (Ambert *et al.* 1998; Carozza *et al.*, 2010). On ne dispose pas de données archéologiques qui montrent l'existence d'activité minière et/ou métallurgique au mont Lozère pour cette période, de sorte qu'il est impossible de confirmer s'il s'agit d'une pollution de caractère régional ou s'il peut s'agir d'une exploitation minière locale. Quoi qu'il en soit, le Néolithique final correspond à une

phase de défrichement, de développement agropastoral et de récurrence d'épisodes de feu. La deuxième phase a lieu pendant le Bronze moyen et final, mais cette activité n'est identifiée que par les données géochimiques. Elle correspond à une phase de déboisement de la hêtraie qui est documentée dans la séquence de Peschio (Pulido, 2006). Cette phase de pollution en plomb se maintient au cours de tout l'Age du Fer, mais elle n'est attestée archéologiquement qu'entre le IIIe cal BC et le Ier cal AD dans la mine du Devois (Cauuet *et al.*, 2012). Cette phase métallurgique est contemporaine avec le début d'une nette déforestation qui peut être liée à la consommation d'un grand volume de bois dans le cadre d'un système d'abattage par le feu et au besoin de créer de nouveaux espaces agropastoraux. Bien que les données archéologiques ne montrent pas la présence de métallurgie au-delà du Ier siècle cal AD, le maintien de fortes valeurs géochimiques de plomb jusqu'au IIIe siècle cal AD suggère une certaine permanence des activités extractives pendant le Haut Empire, au moins à l'échelle régionale. Après une phase de prédominance agropastorale pendant l'Antiquité tardive et le haut Moyen Age, la phase métallurgique du Moyen Age central et du bas Moyen Age est la mieux connue grâce aux données géochimiques, historiques et archéologiques. C'est aussi la phase pour laquelle on possède le plus d'information concernant les répercussions environnementales de cette activité, grâce aux études dendrométriques et polliniques. L'intégration de ces données suggère une gestion durable de la ressource bois en relation avec les activités métallurgiques. Cet équilibre est rompu vers le XIIIe-XIVe siècle cal AD avec le développement de l'agropastoralisme qui est le véritable déclencheur du processus de déforestation de la forêt montagnarde. Les activités métallurgiques et le charbonnage s'arrêtent vers le XIVe-XVe siècle cal AD, pour enfin redémarrer vers la moitié du XIXe siècle comme en témoignent les données historiques des concessions minières et la géochimie. En définitive, la métallurgie a joué un rôle important dans l'économie du mont Lozère en intégrant ce massif dans un contexte économique à l'échelle macrorégionale et en induisant une complémentarité et une diversification des pratiques qui a contribué de manière notable à la construction du paysage.

L'approche utilisée dans ce travail a permis d'avancer dans la caractérisation des formes du paysage du mont Lozère, l'étude des interactions socioenvironnementales ainsi que dans la mobilité et la complémentarité des pratiques depuis le Néolithique jusqu'à actuel. Le travail

de recherche basé sur l'étude de cinq séquences tourbeuses, situées à des altitudes et des orientations diverses, avec des aires de captation pollinique différentes a permis, grâce à une approche multi-indicateurs, d'interpréter le signal régional, microrégional et local. Ainsi, l'étude d'indicateurs de caractère local (MNP, amas de pollen et macrocharbons) a permis de distinguer les impacts humains à très grande échelle, d'approfondir l'évolution paysagère et de proposer un modèle de spatialisation multiscalaire des pratiques humaines dans le massif.

En conclusion, il a été mis en évidence que les paysages de moyenne montagne sont le résultat d'une gestion complexe de l'espace, impliquant un large éventail d'activités humaines telle l'agriculture, le pastoralisme, la gestion forestière (charbonnage), la métallurgie ou l'extraction minière. Ce travail montre donc que ces zones de moyenne montagne ne sont pas des espaces homogènes mais qu'ils constituent des espaces de grande diversité paysagère, consécutive à la succession et à la complémentarité des pratiques depuis le Néolithique.

**Mots clés :** pollen, évolution paysagère, *multiproxy*, moyenne montagne, mont Lozère, agropastoralisme.







# THÈSE EN COTUTELLE

## UNIVERSITÉ DE LIMOGES

ÉCOLE DOCTORALE 526 Sociétés et Organisations  
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines

## UNIVERSITAT DE BARCELONA

Programme de doctorat «Societat i Cultura»  
Facultat de Geografia i Historia

Thèse pour obtenir les grades de  
**Docteur de l'Université de Limoges en Géographie**  
**Docteur de l'Universitat de Barcelona en Histoire**

**«Dynamique holocène du paysage et mobilités des pratiques territoriales  
au mont Lozère (Massif central, France) : approche paléoenvironnementale  
multi-indicateurs à haute résolution spatio-temporelle»**

*Evolución del paisaje holoceno y movilidad de las prácticas  
humanas en el Mont Lozère (Macizo Central, Francia):  
estudio paleoambiental multi-proxy a alta resolución espaciotemporal*

Vol. 2 Annexes

**Gabriel Servera Vives**

Thèse dirigée par Philippe Allée, Santiago Riera Mora et Yannick Miras

**Soutenue le 12 décembre 2014**

### COMPOSITION DU JURY

**Philippe ALLÉE**

Professeur, Université de Limoges, Géolab (UMR-6042, CNRS)

Directeur

**Didier GALOP**

Directeur de Recherche CNRS, GEODE (UMR-5602), Université Toulouse - Jean Jaurès

Rapporteur

**Fátima FRANCO MÚGICA**

Professeure, Universidad Autónoma de Madrid, Departamento de Ecología

Rapporteuse

**Anna Maria MERCURI**

Professeure associée, Università degli studi di Modena e Reggio Emilia, Dipartimento di Scienze della Vita

Examinatrice

**Yannick MIRAS**

Ingénieur de Recherche CNRS, Géolab (UMR-6042), Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand

Directeur

**Santiago RIERA MORA**

Professeur, Universitat de Barcelona, Seminari d'Estudis i Recerques Prehistòriques

Directeur

**Alain TRINTIGNAC**

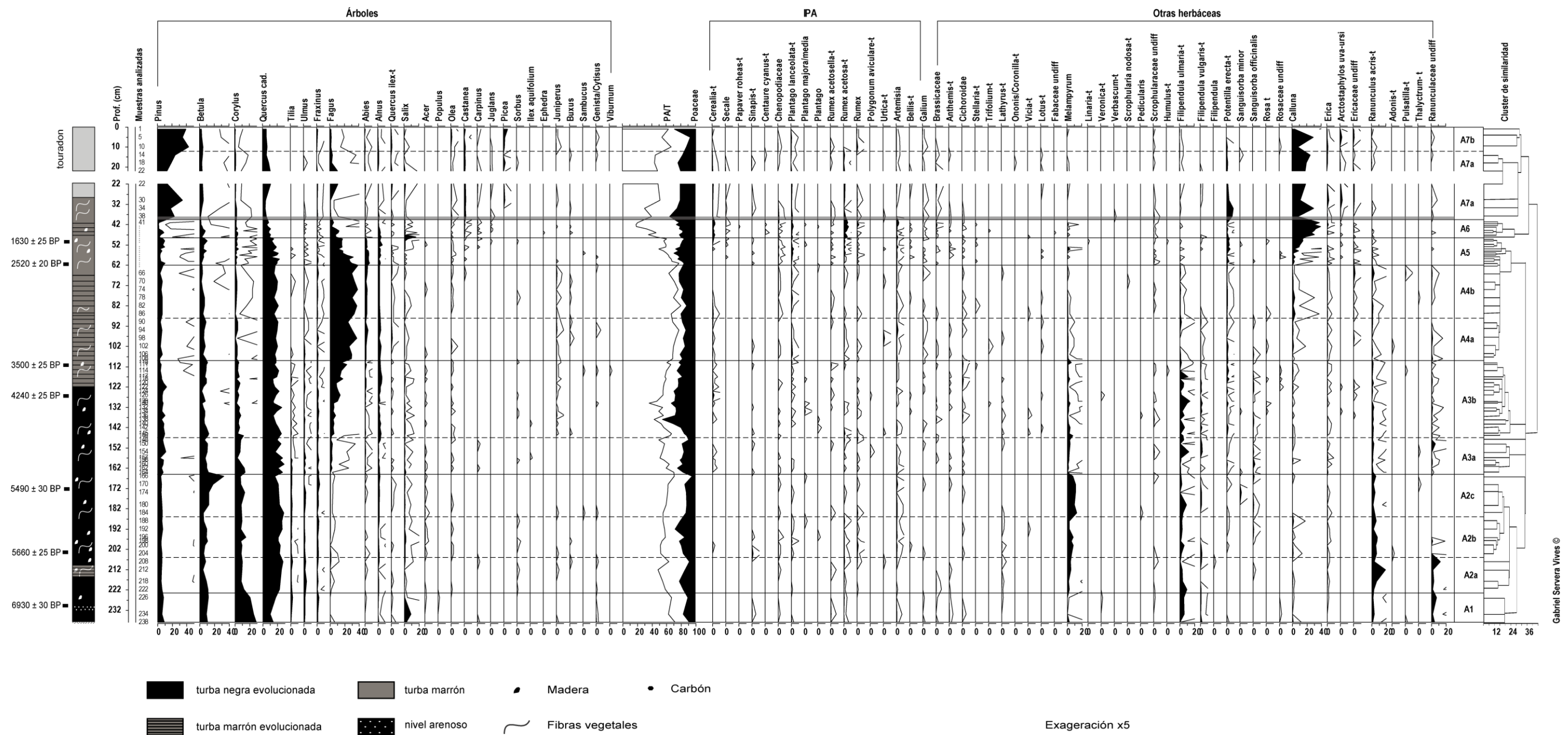
Service d'Archéologie Préventive de Bourges Plus. Chercheur associé, Laboratoire Archéologie et Territoires, CITERES (UMR-7324, CNRS), MSH Villes et Territoires, Tours

Examineur



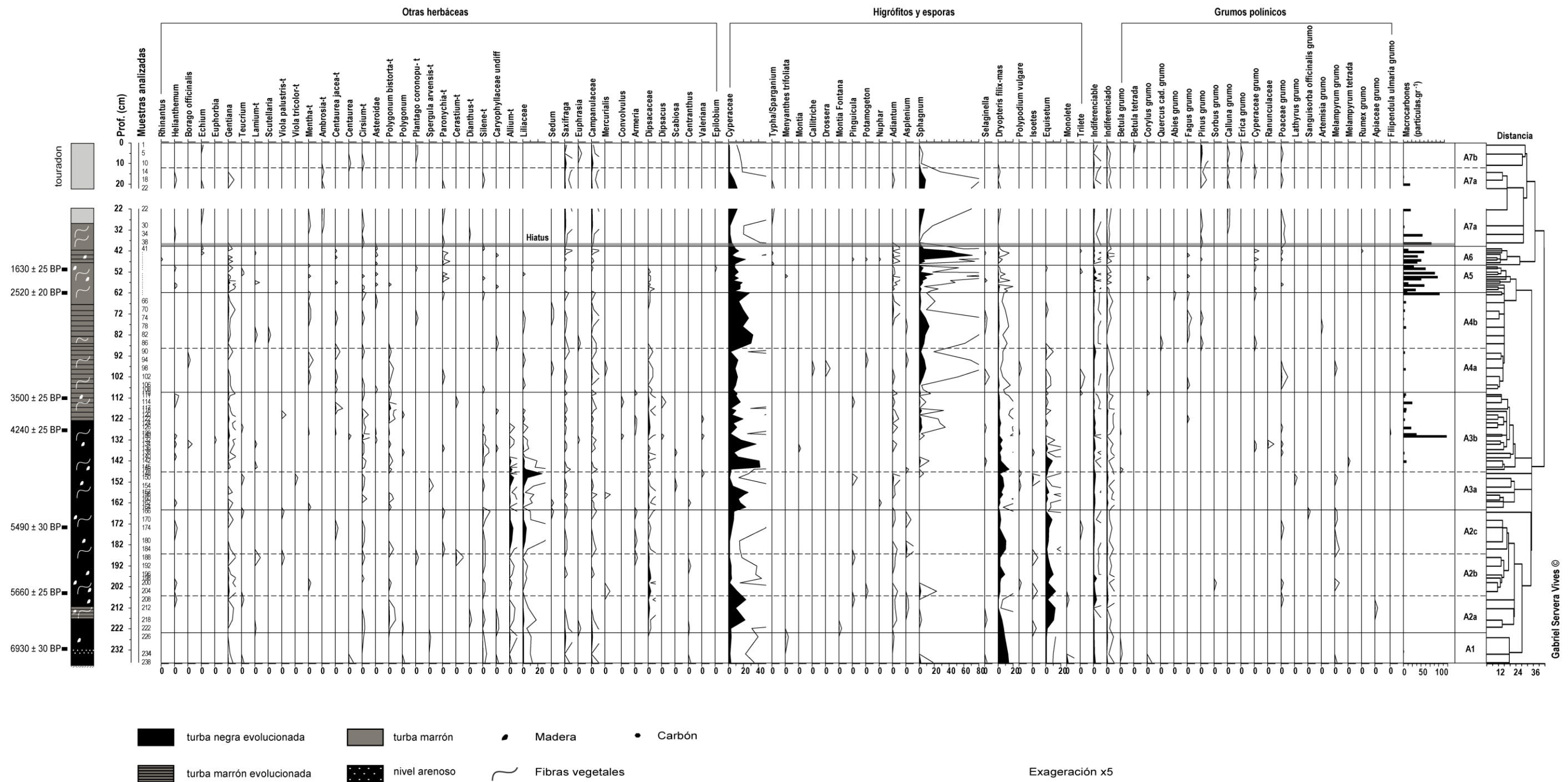


L'AMOUROUS (1550 m s.n.m.)



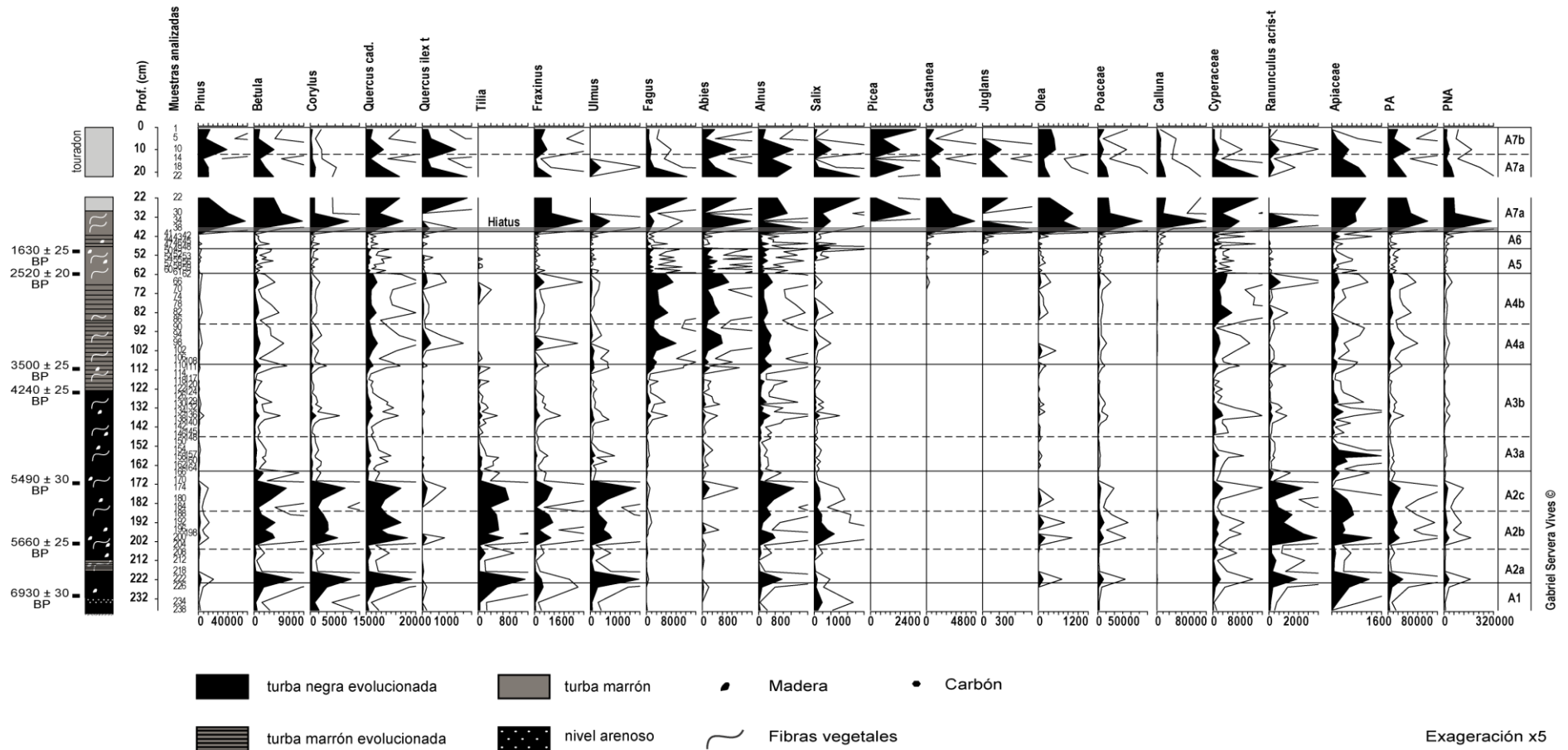
A.1- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos y herbáceos de Amourous con escala de profundidad.

L'AMOUROUS (1550 m s.n.m.)



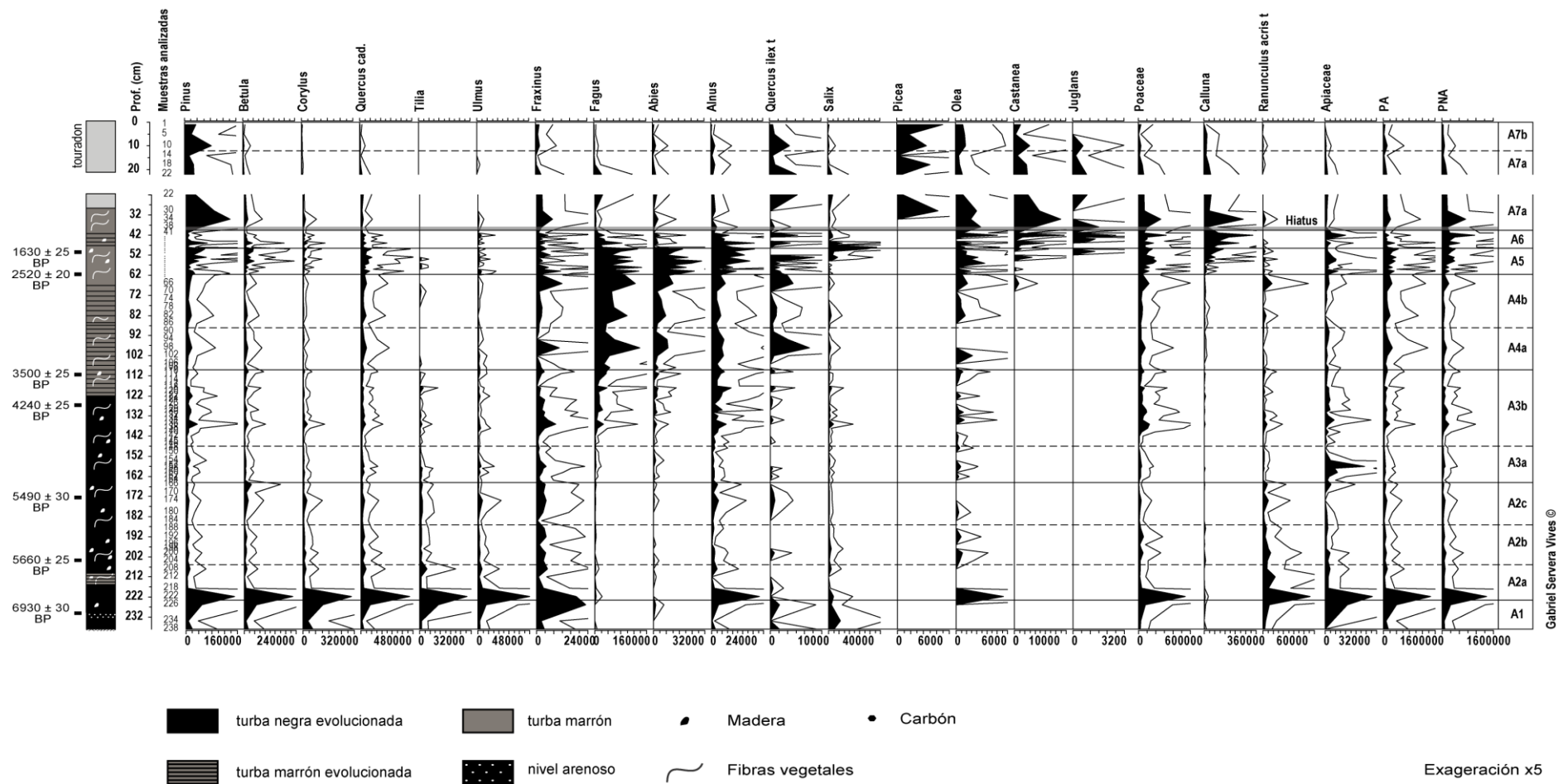
A.2- Diagrama polínico porcentual de taxones herbáceos, higrófitos, esporas, grupos polínicos y macrocarbones de Amourous con escala de profundidad.

## L'AMOUROUS (1550 m snm)



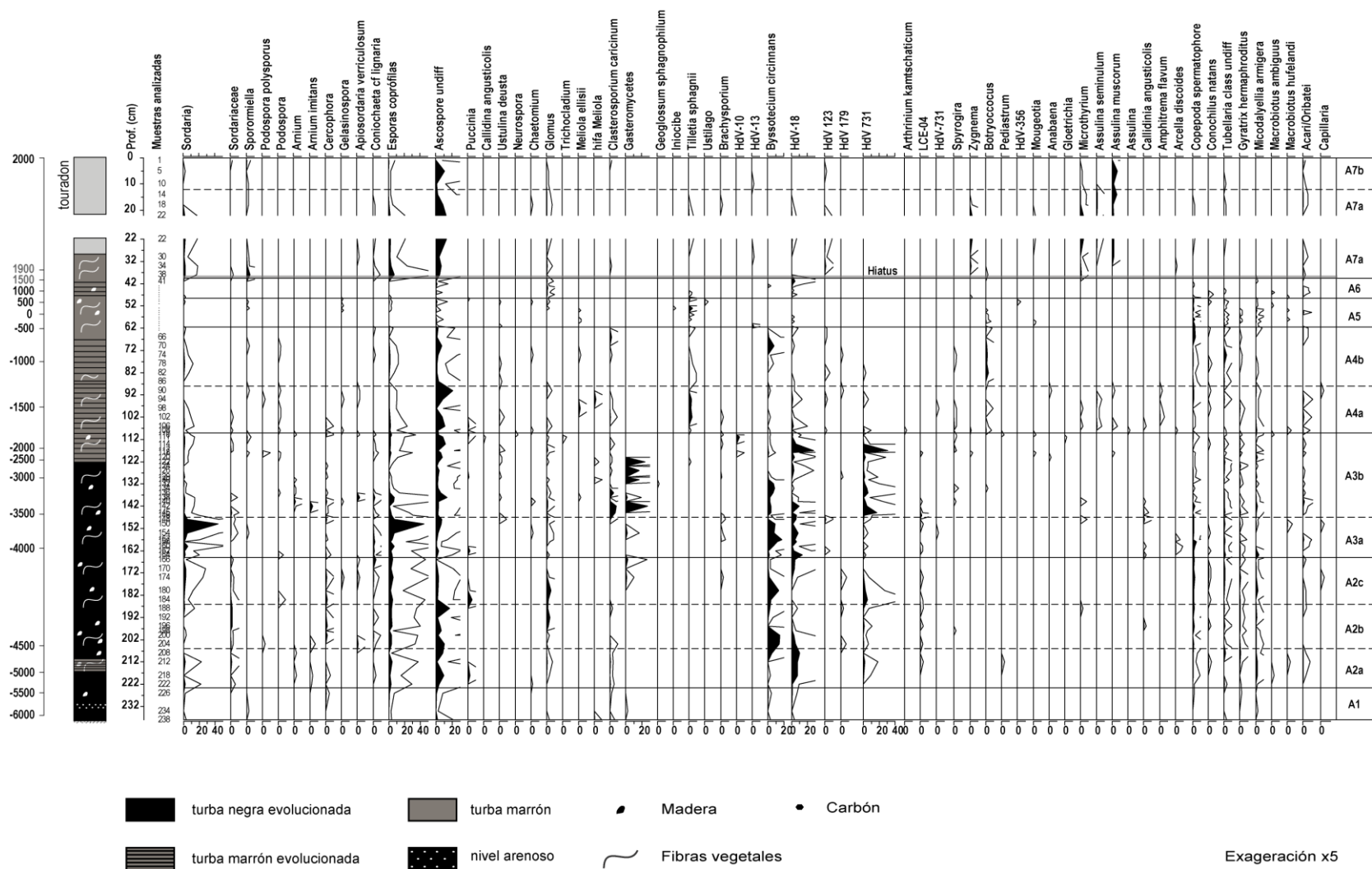
A.3- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Amourous con escala de profundidad.

# L'AMOUROUS (1550 m snm)



A.4- Diagrama simplificado de concentración polínica de Amourous con escala de profundidad.

# L'AMOUROUS (1550 m snm)

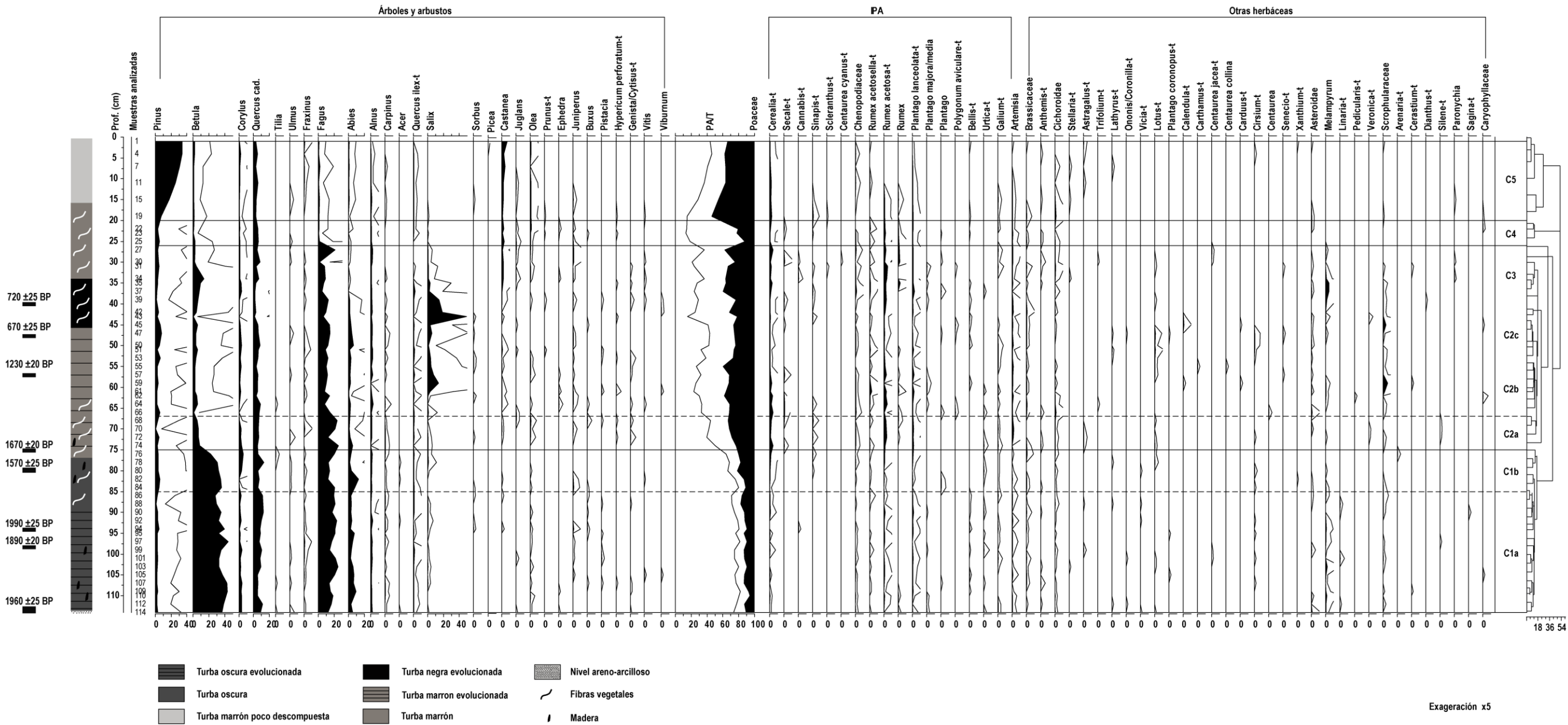


Gabriel Sanja Vives ©

A.5- Diagrama porcentual de MNP de Amourous con escala de profundidad.

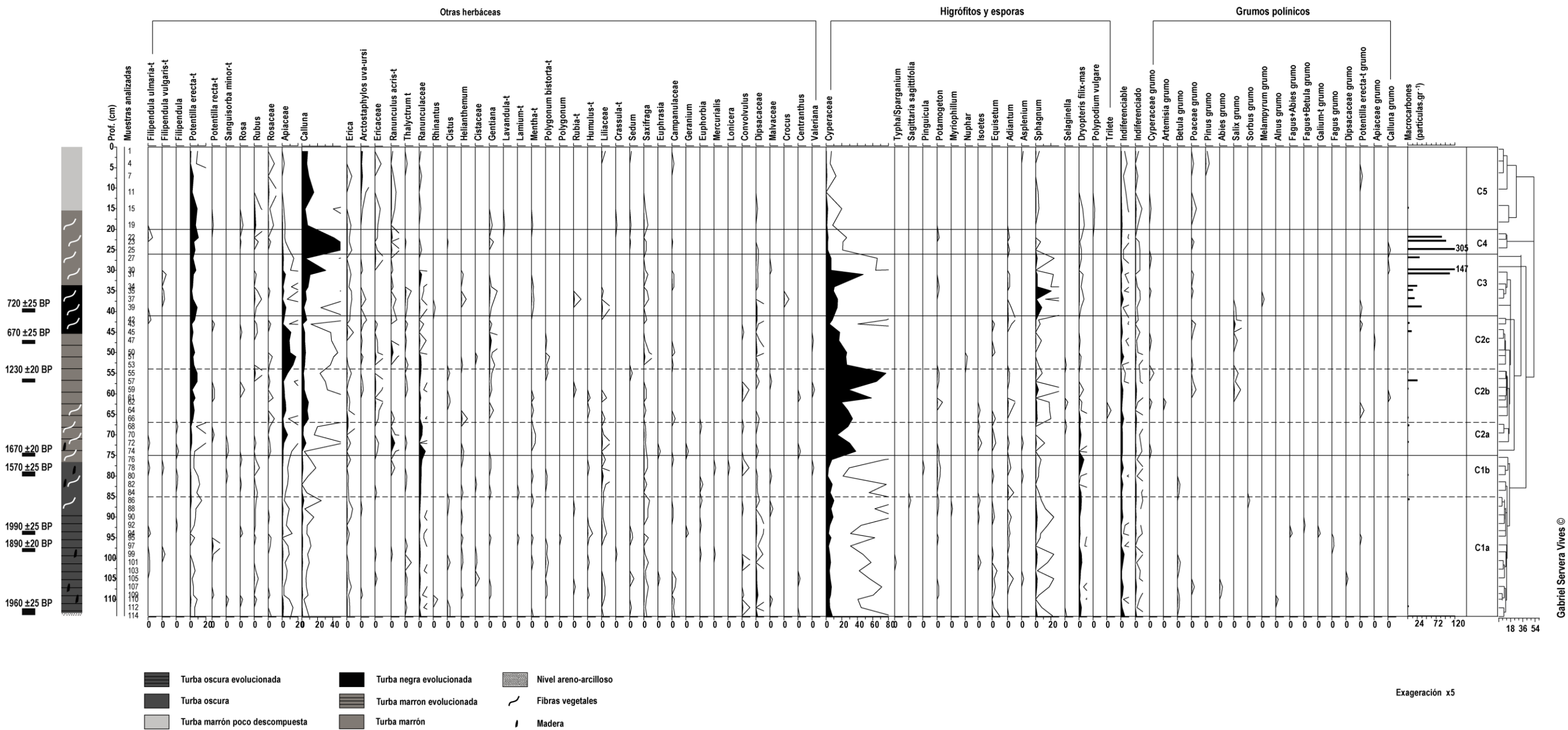


COUNTRAISTS (1400 m snm)



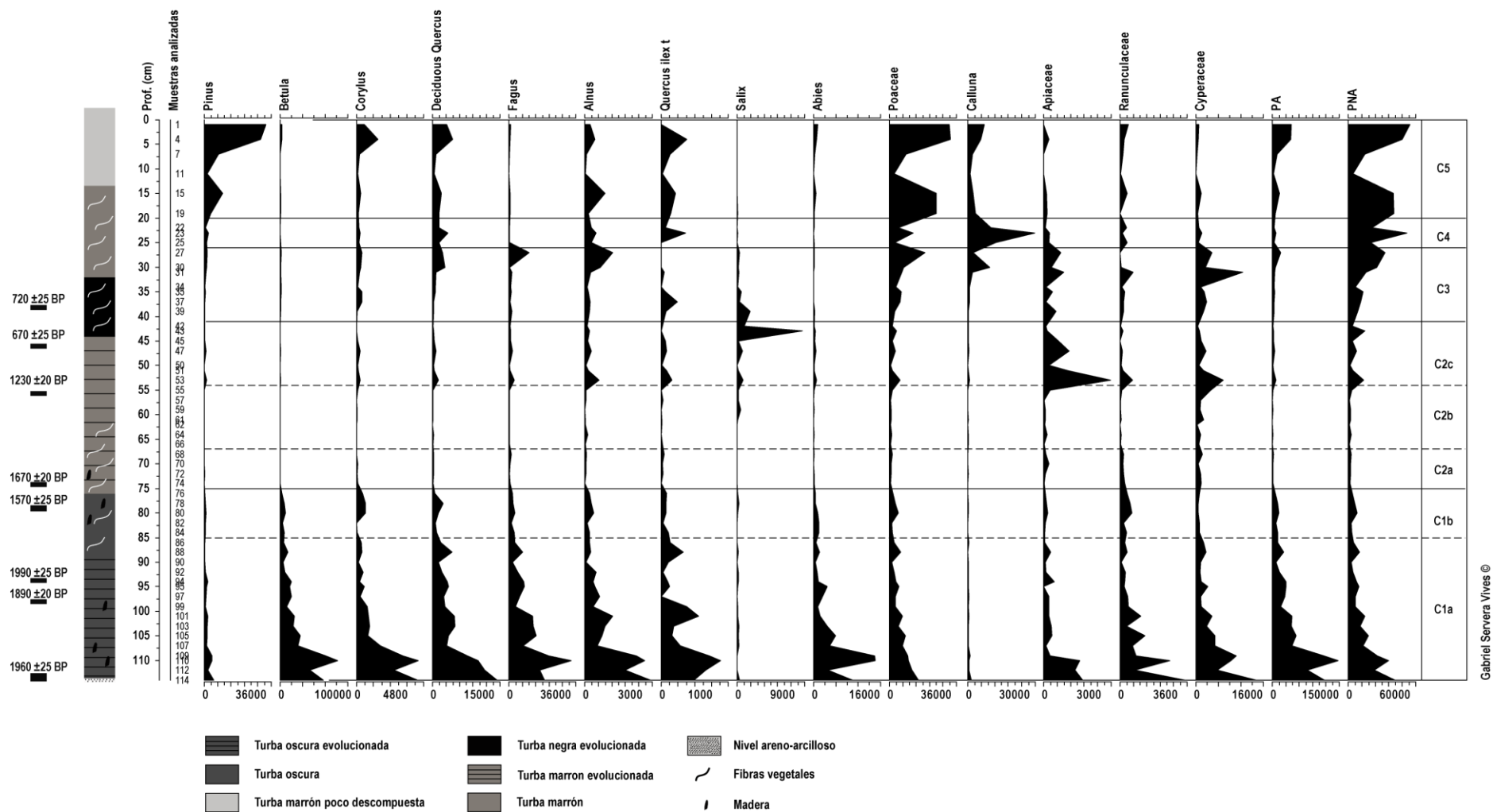
A.6- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos y herbáceos de Countrasts con escala de profundidad.

COUNTRASTS (1400 m snm)



A.7- Diagrama polínico porcentual de taxones herbáceos, higrófitos, esporas, grupos polínicos y macrocarbones de Countrasts con escala de profundidad.

## COUNTRASTS (1400 m snm)

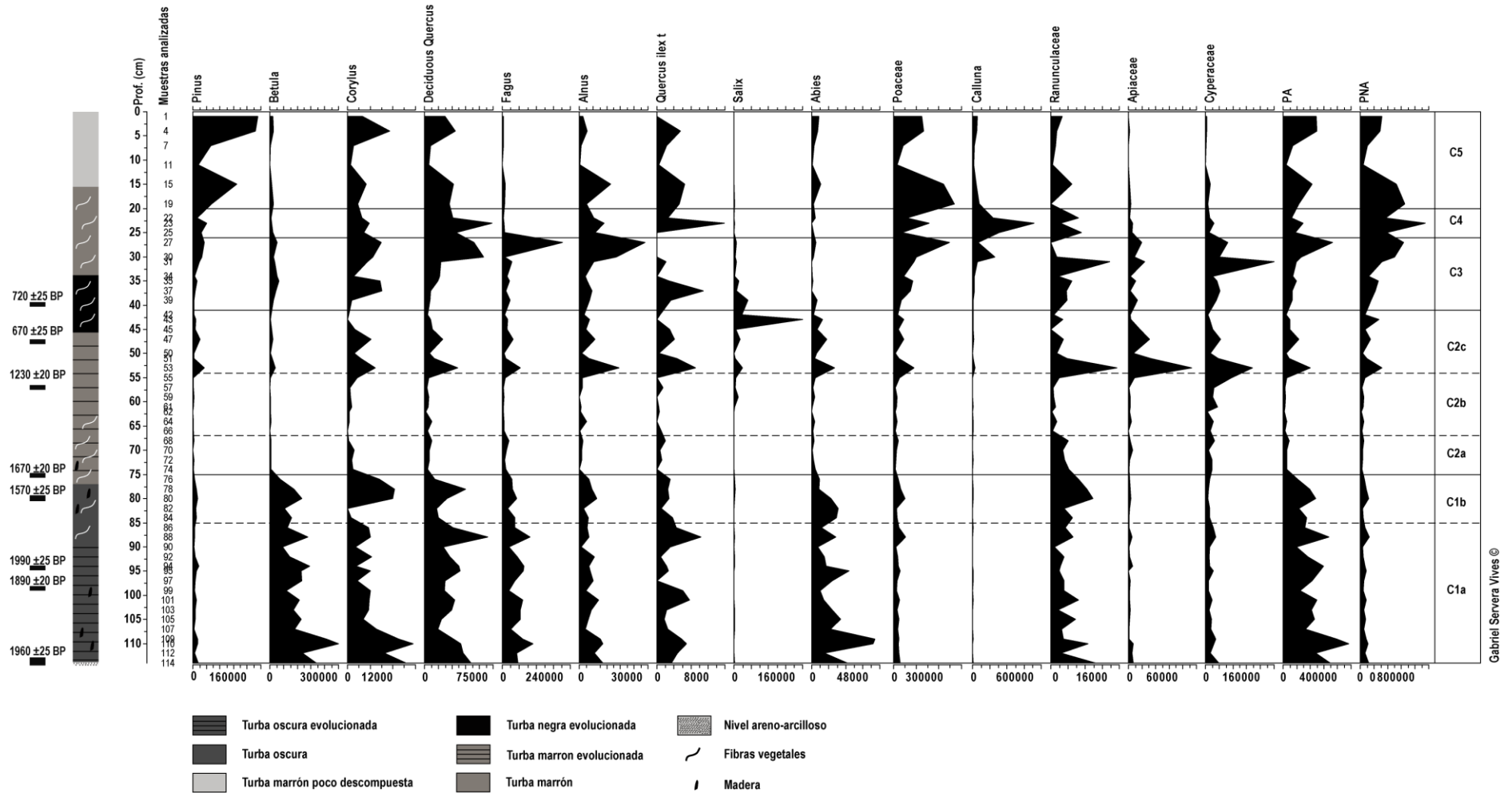


Gabriel Servera Vives ©

A.8- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Countrasts con escala de profundidad.

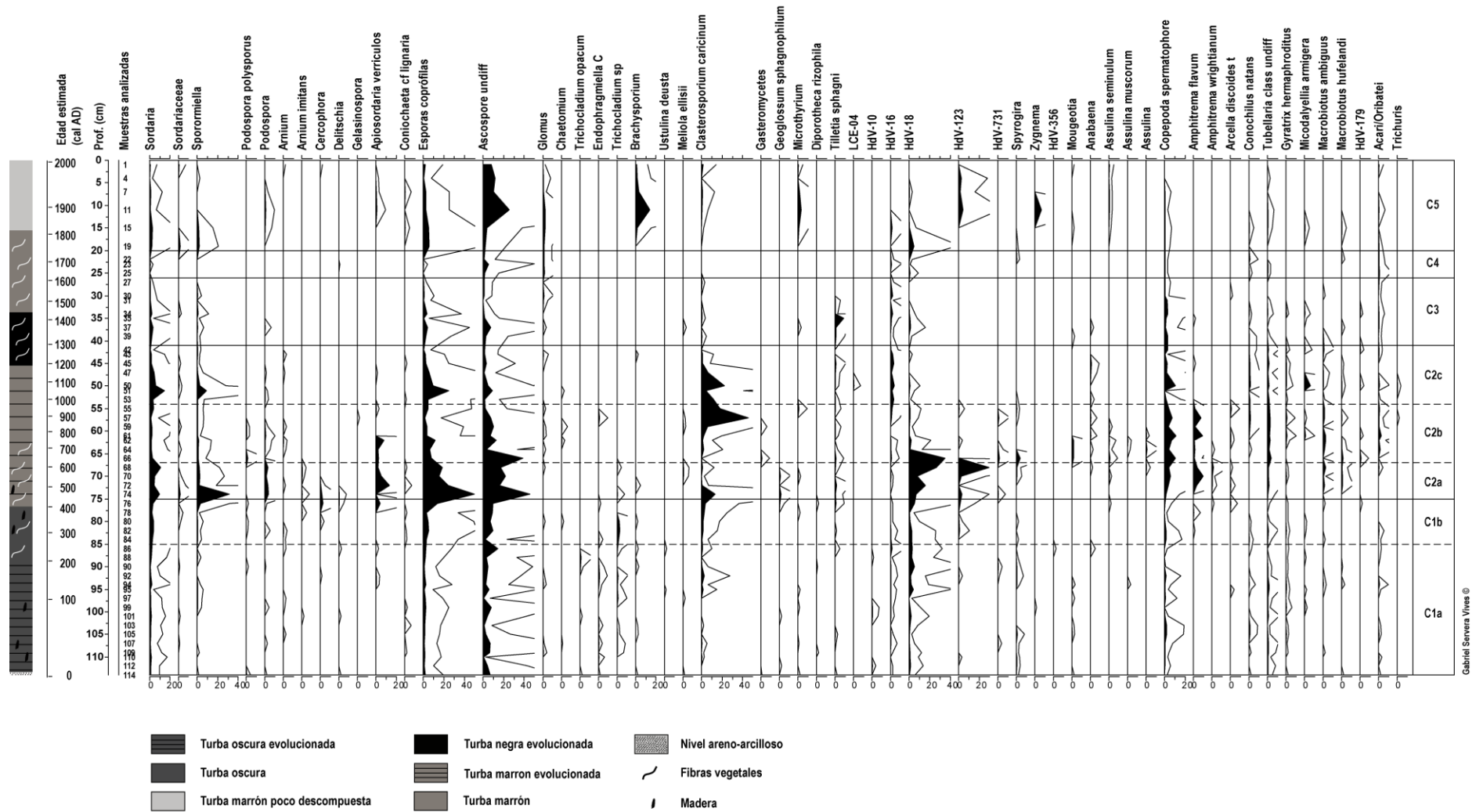


## COUNTRASTS (1400 m snm)



A.9- Diagrama simplificado de concentración polínica de Countrasts con escala de profundidad.

# COUNTRASTS (1400 m snm)

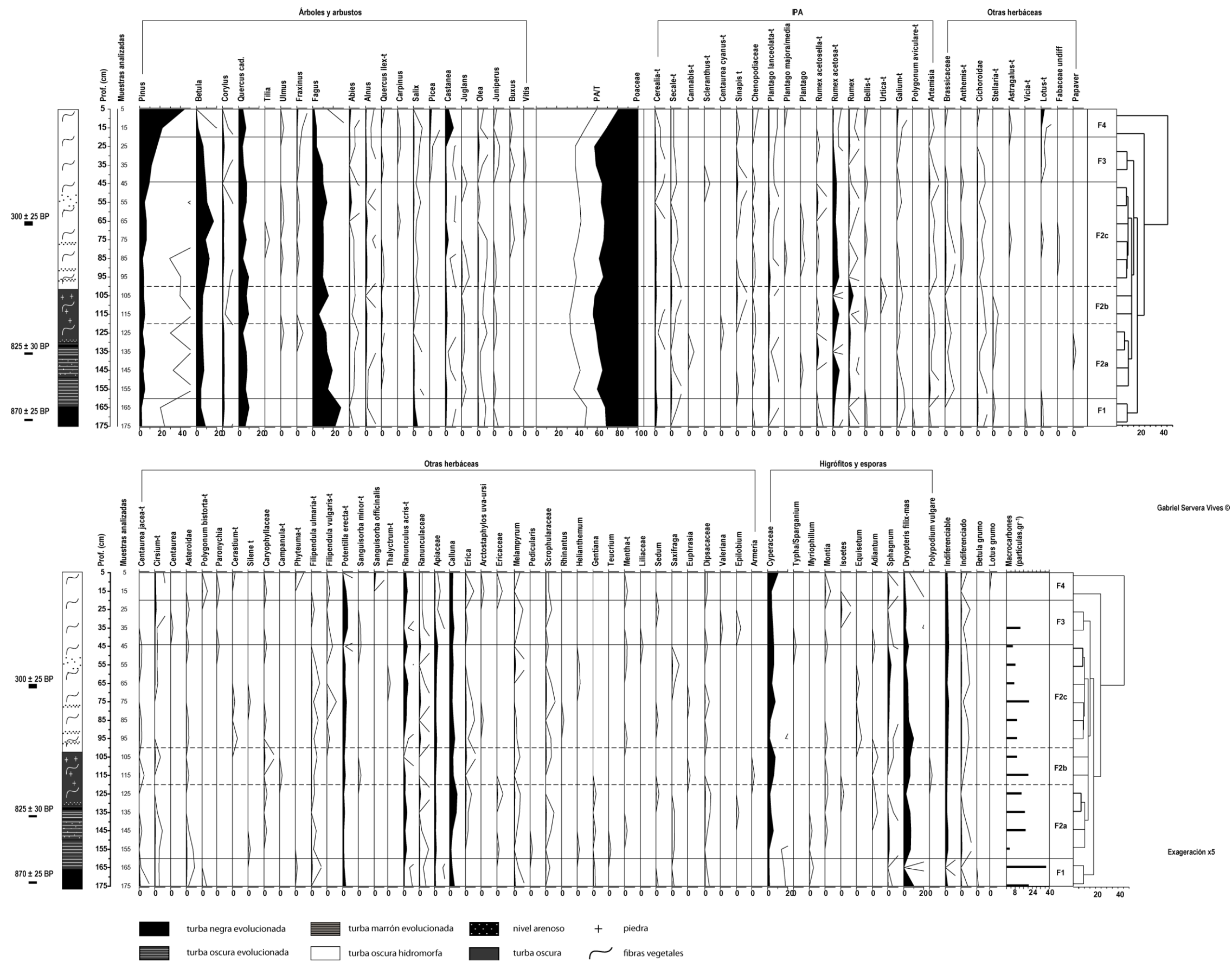


Gabriel Severa Vives ©

Exageración

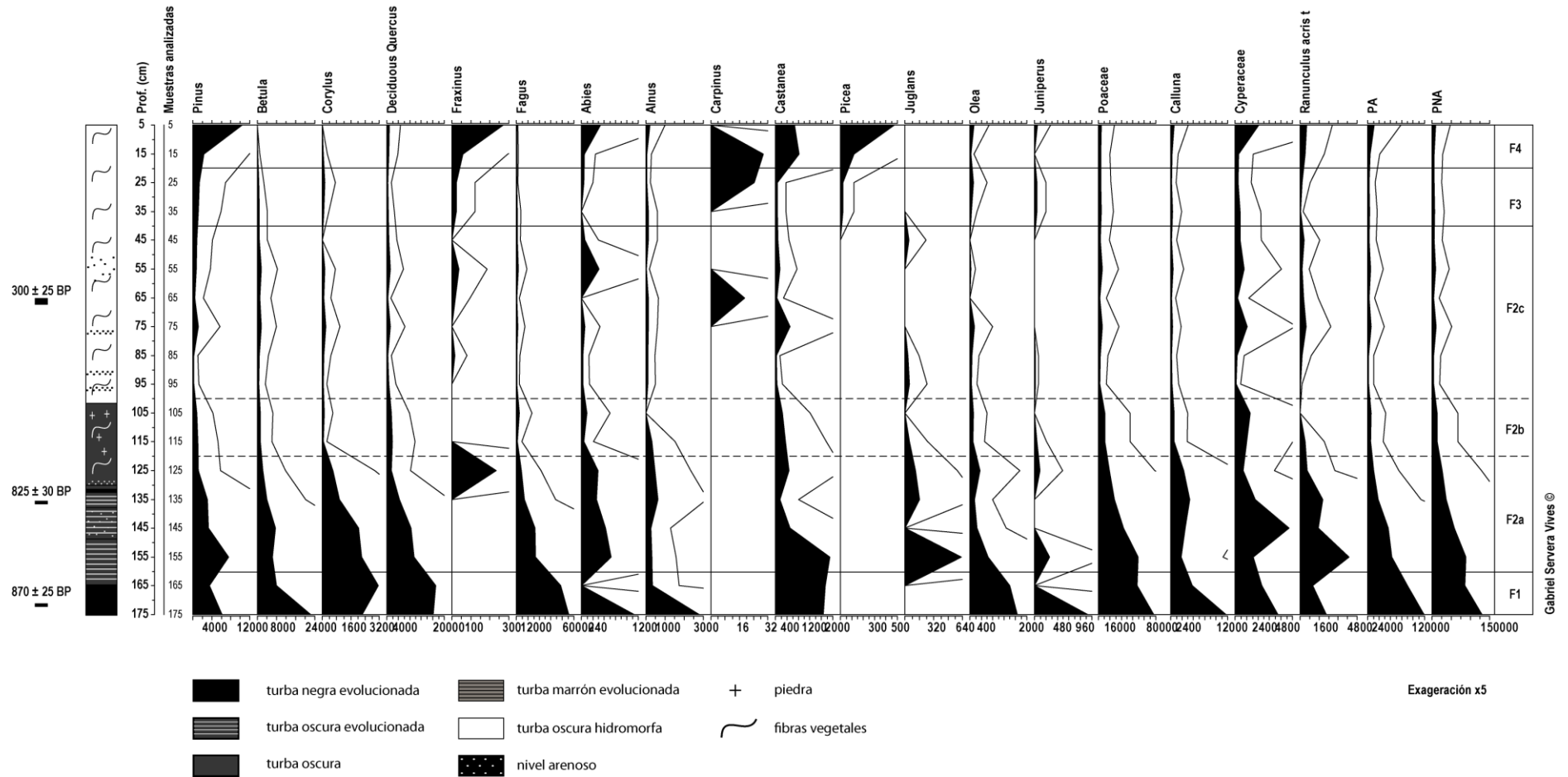
A.10- Diagrama porcentual de MNP de Countrasts con escala de profundidad.

FONT BERNARD (1350 m snm)



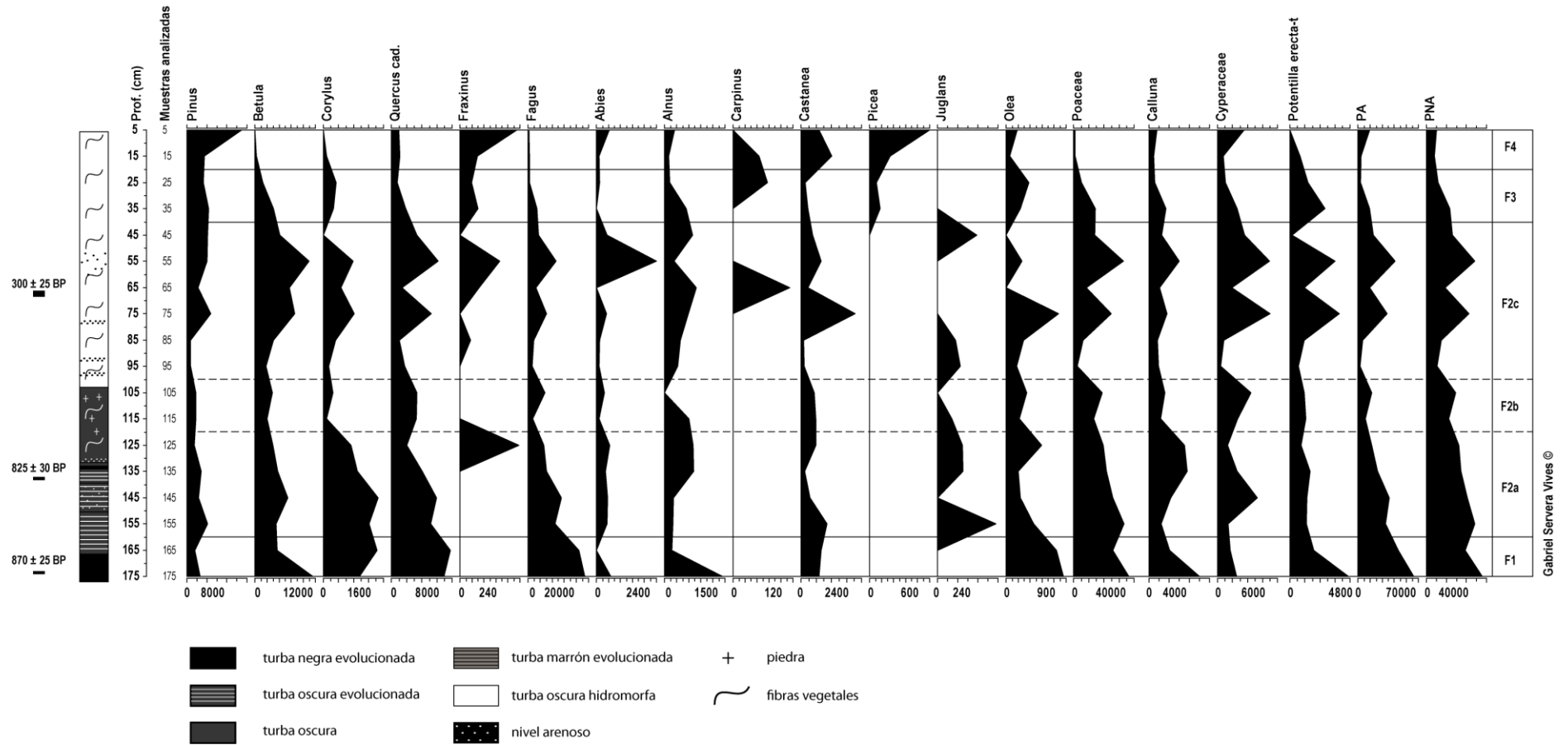
A.11- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos, herbáceos, higrófitos, esporas, grumos polínicos y macrocarbones de Font Bernard con escala de profundidad.

# FONT BERNARD (1350 m snm)



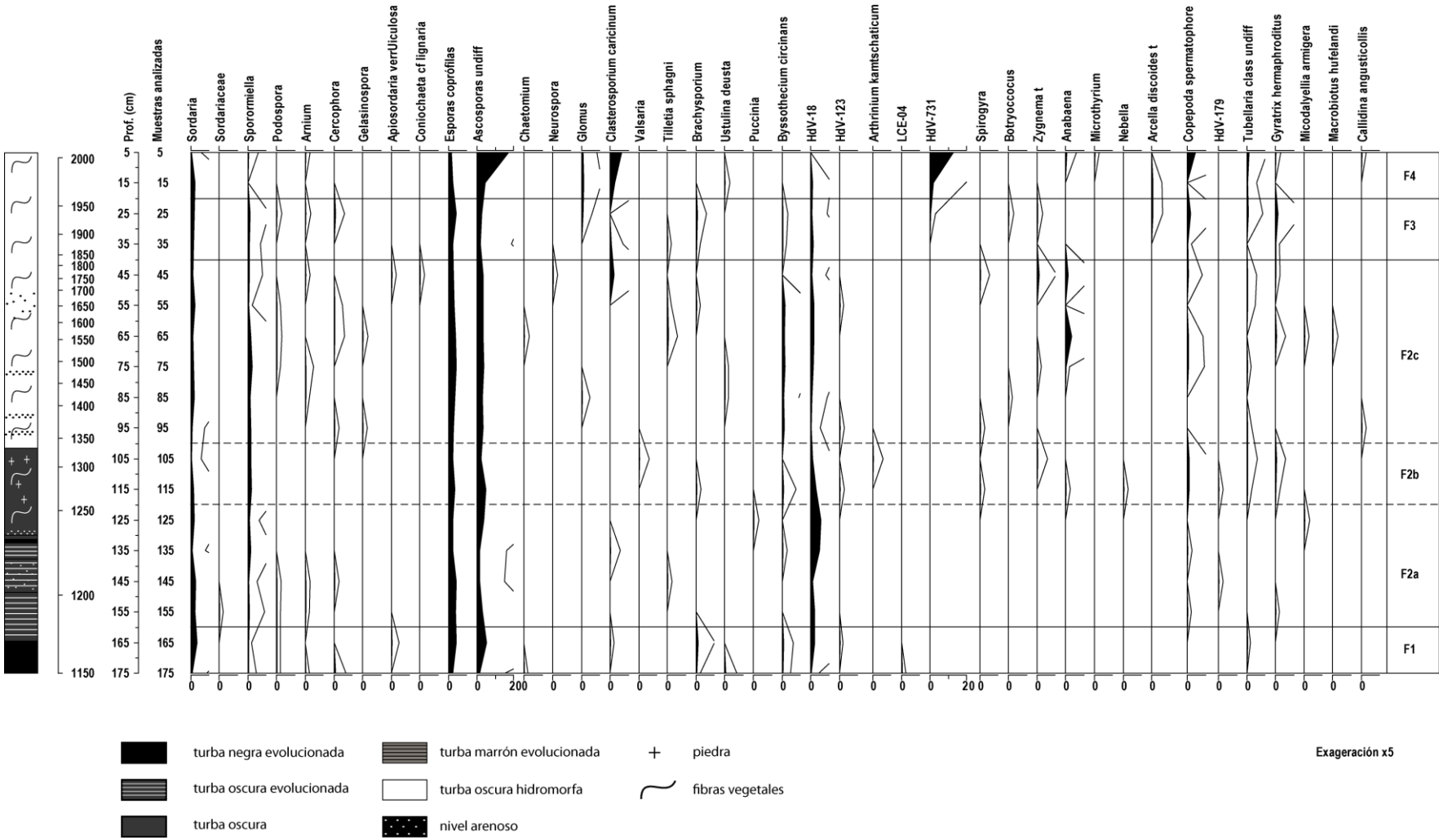
A.12- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Font Bernard con escala de profundidad.

# FONT BERNARD (1350 m snm)



A.13- Diagrama simplificado de concentración polínica de Font Bernard con escala de profundidad.

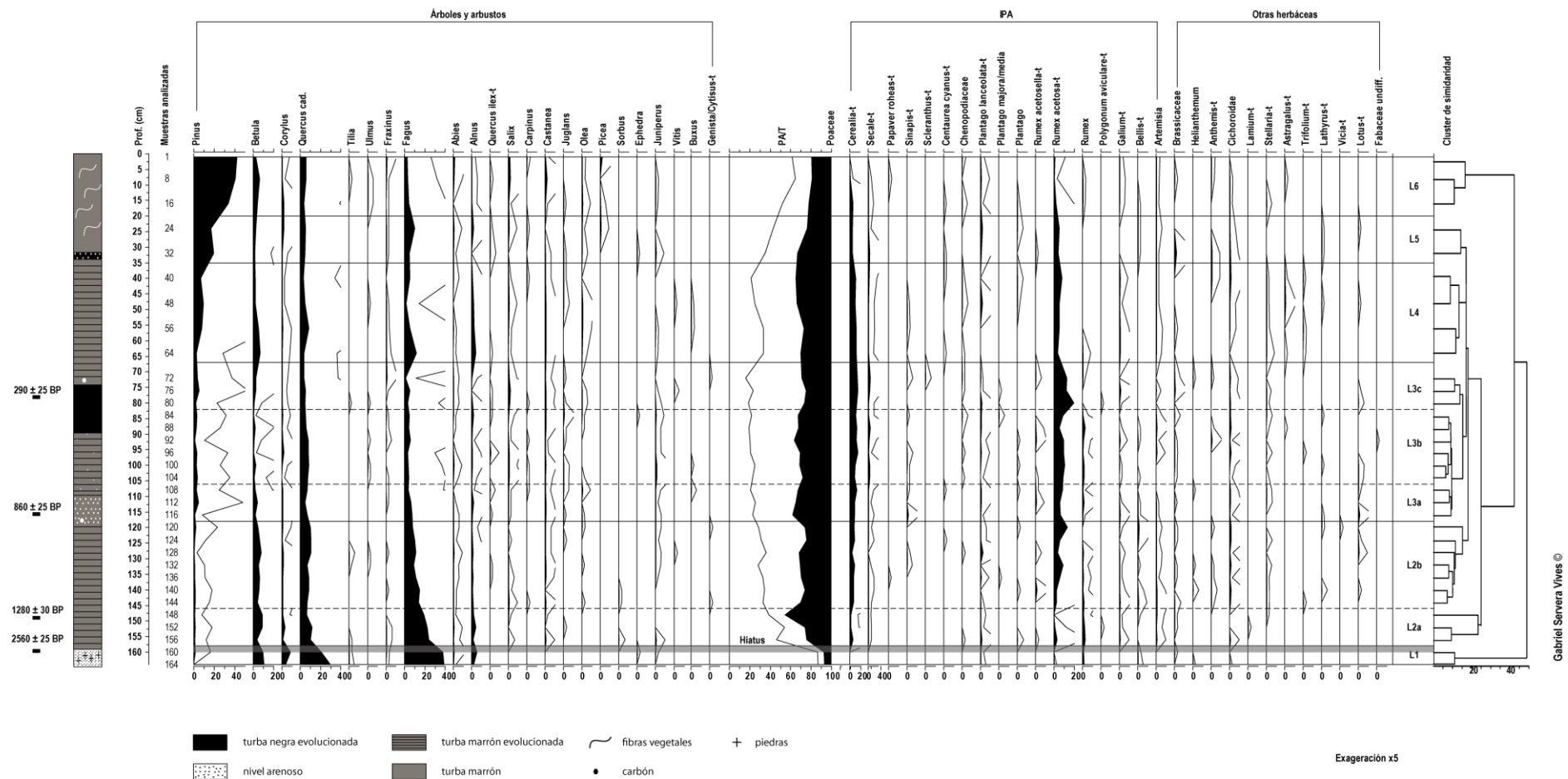
FONT BERNARD (1350 m snm)



Gabriel Servera Vives ©

A.14- Diagrama porcentual de MNP de Font Bernard con escala de profundidad.

LES LAUBIES (1280 m snm)

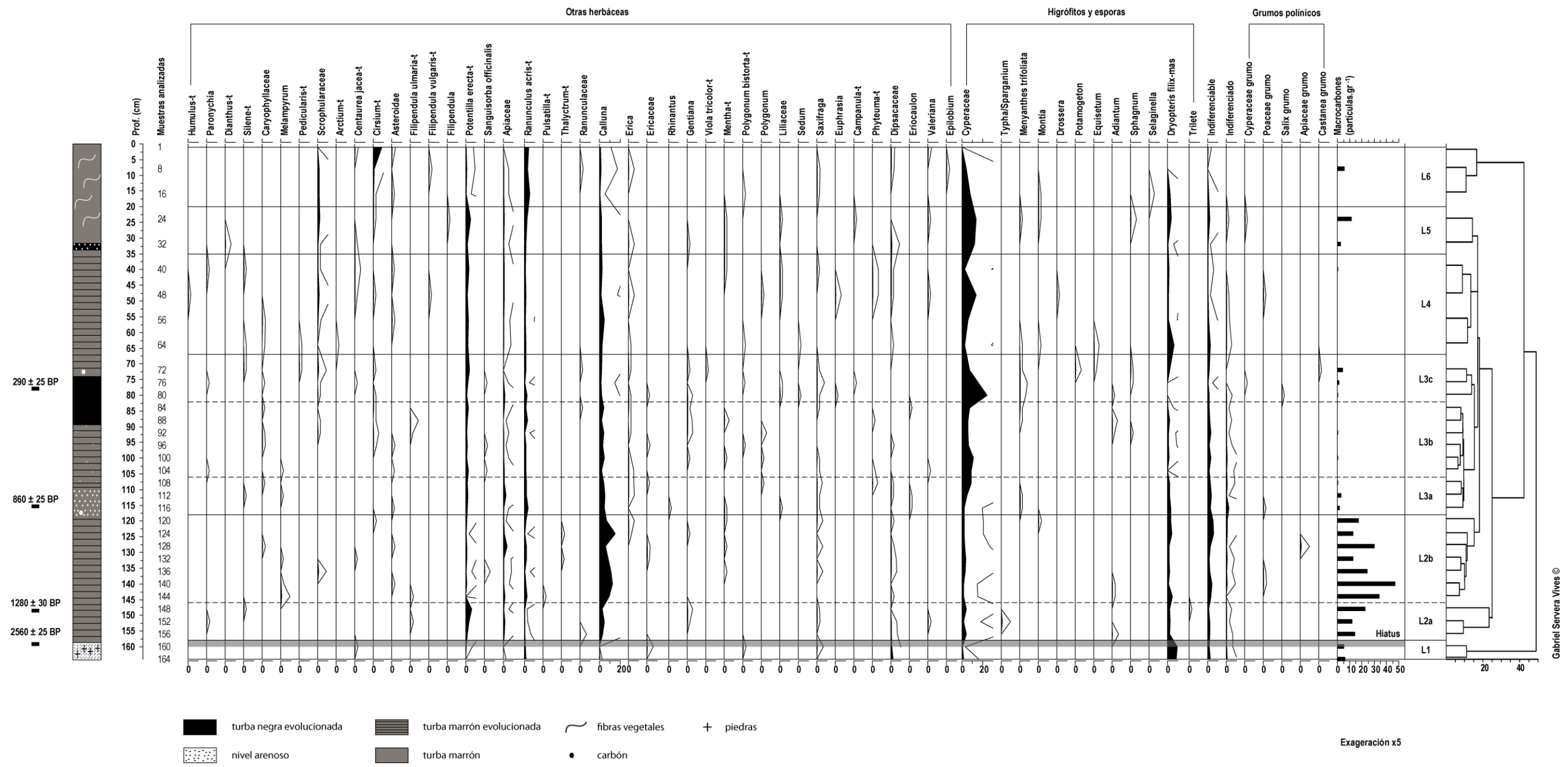


Gabriel Sivera Vives ©

A.15- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos y herbáceos de Laubies sobre escala de profundidad.



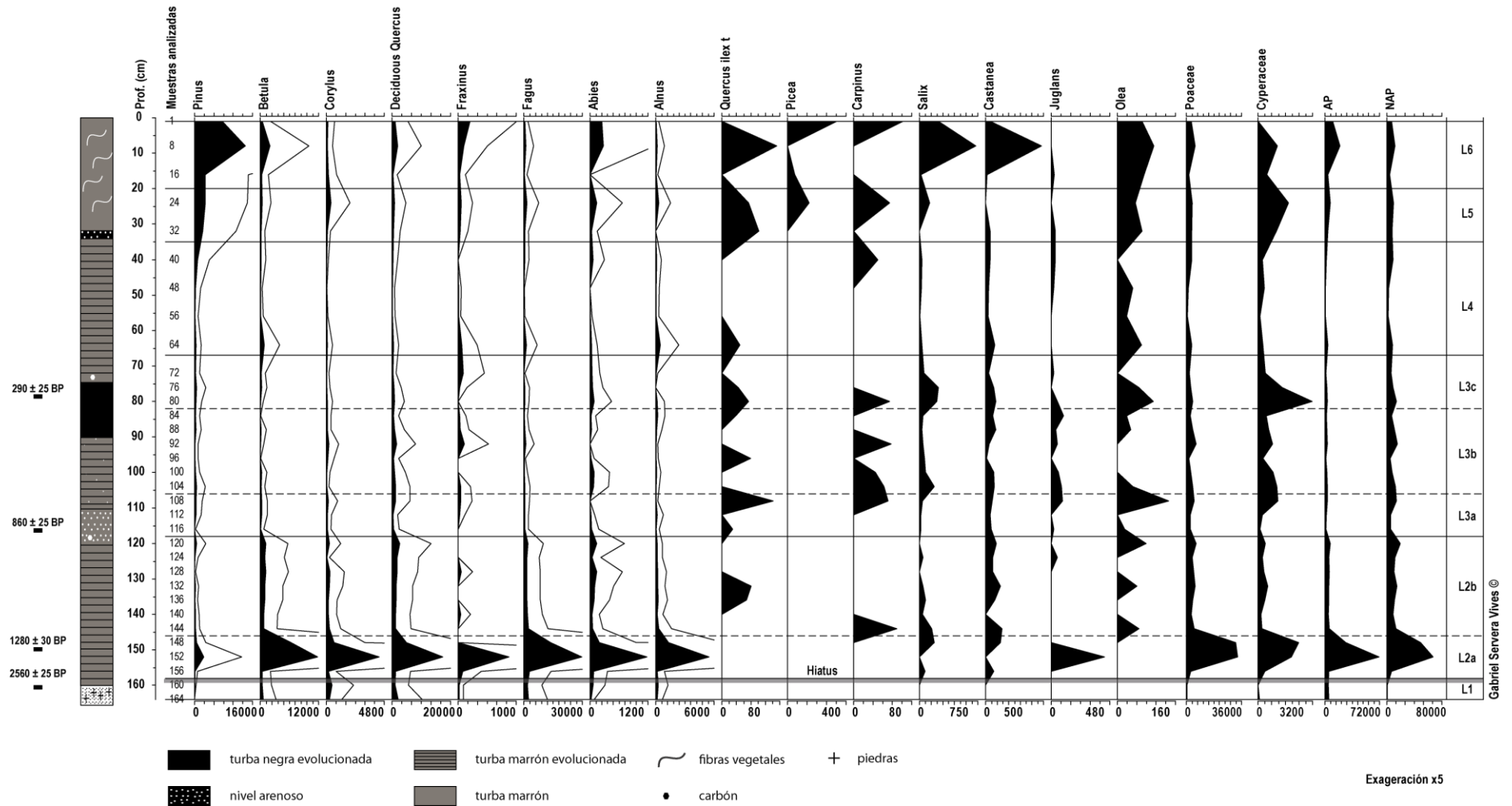
LES LAUBIES (1280 m snm)



A.16- Diagrama polínico porcentual de taxones herbáceos, higrófitos, esporas, grumos polínicos y macrocarbónes de Laubies con escala de profundidad.

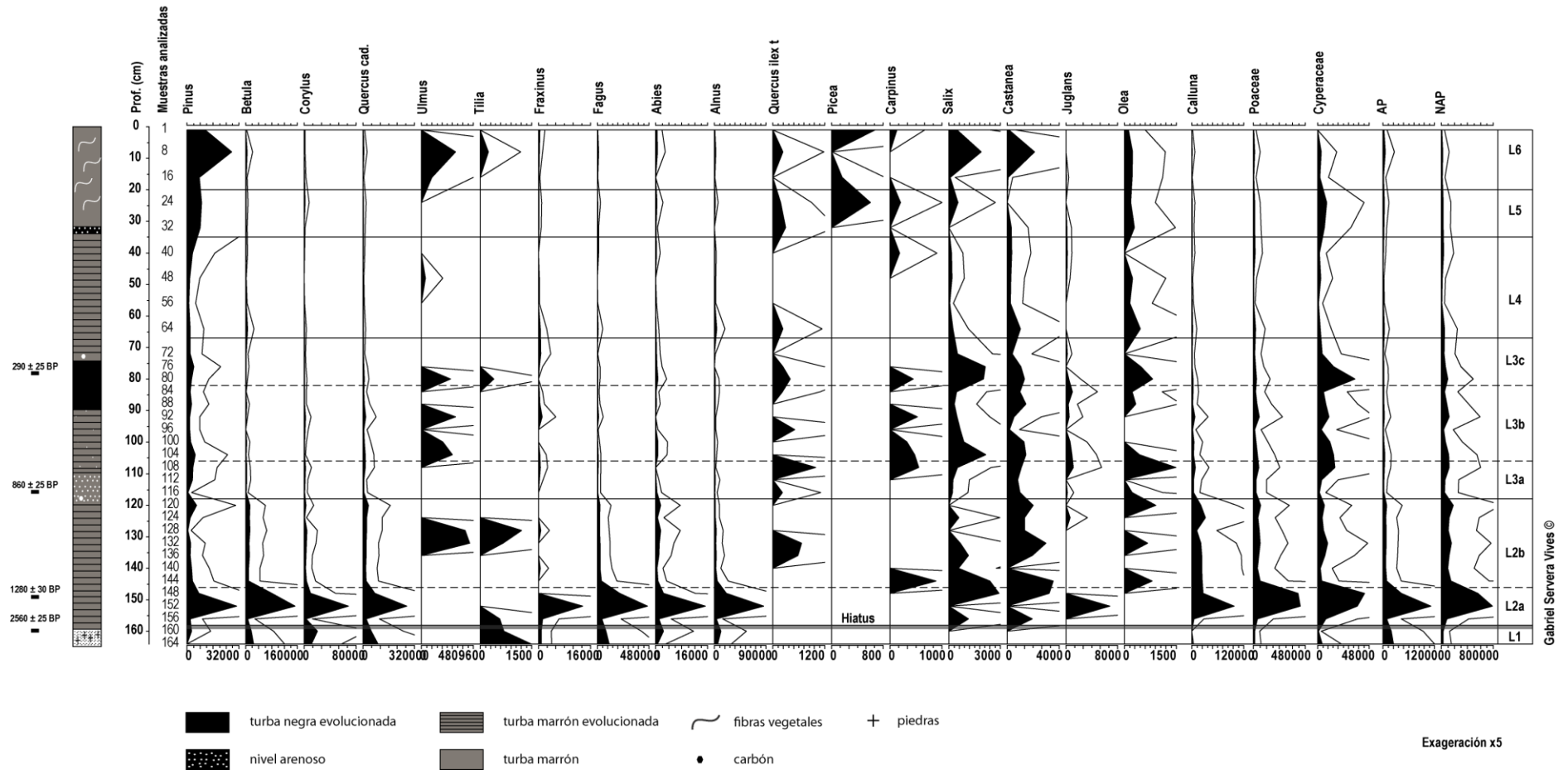


## LES LAUBIES (1280 m snm)



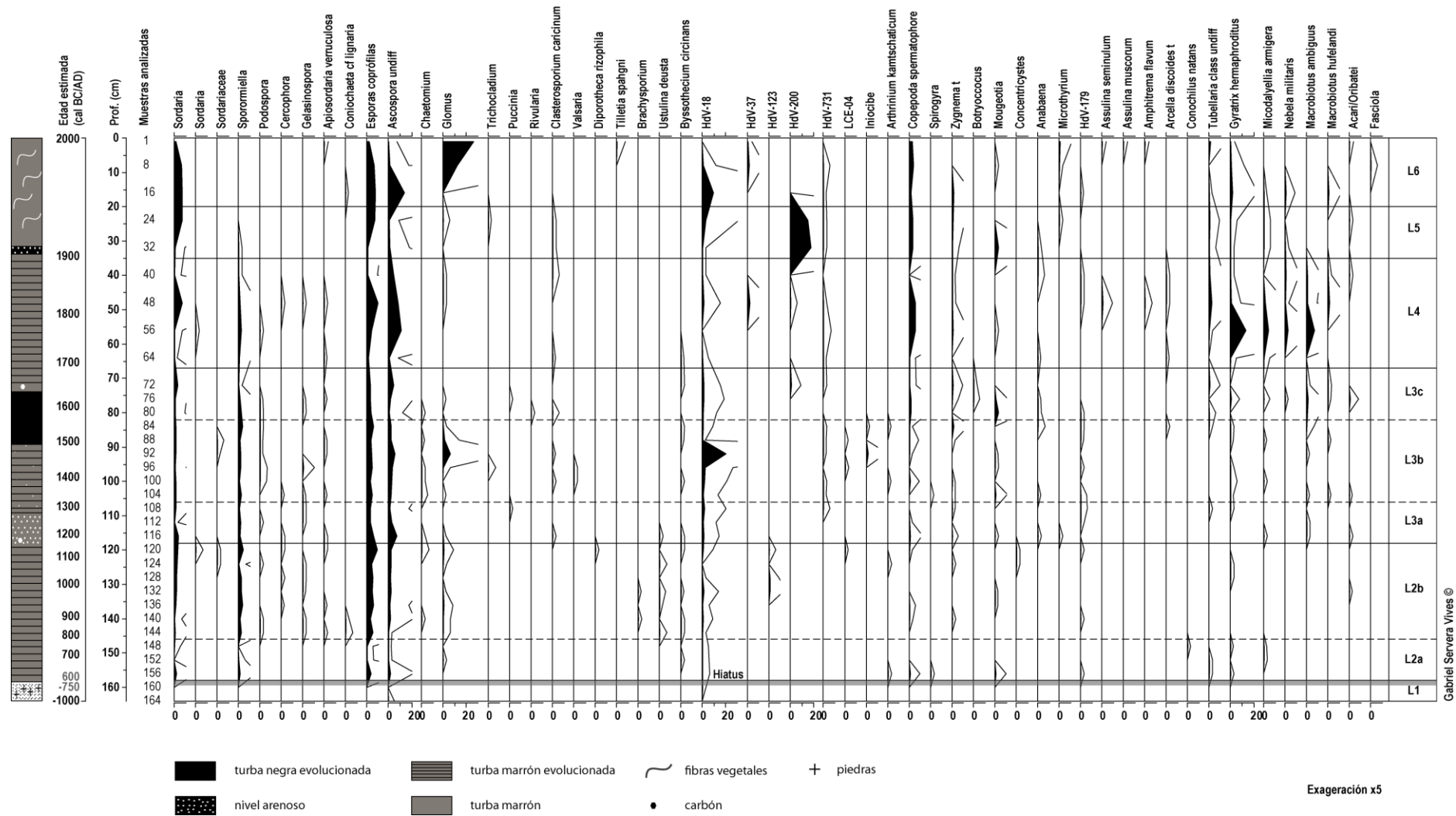
A.17- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Laubies con escala de profundidad.

## LES LAUBIES (1280 m snm)



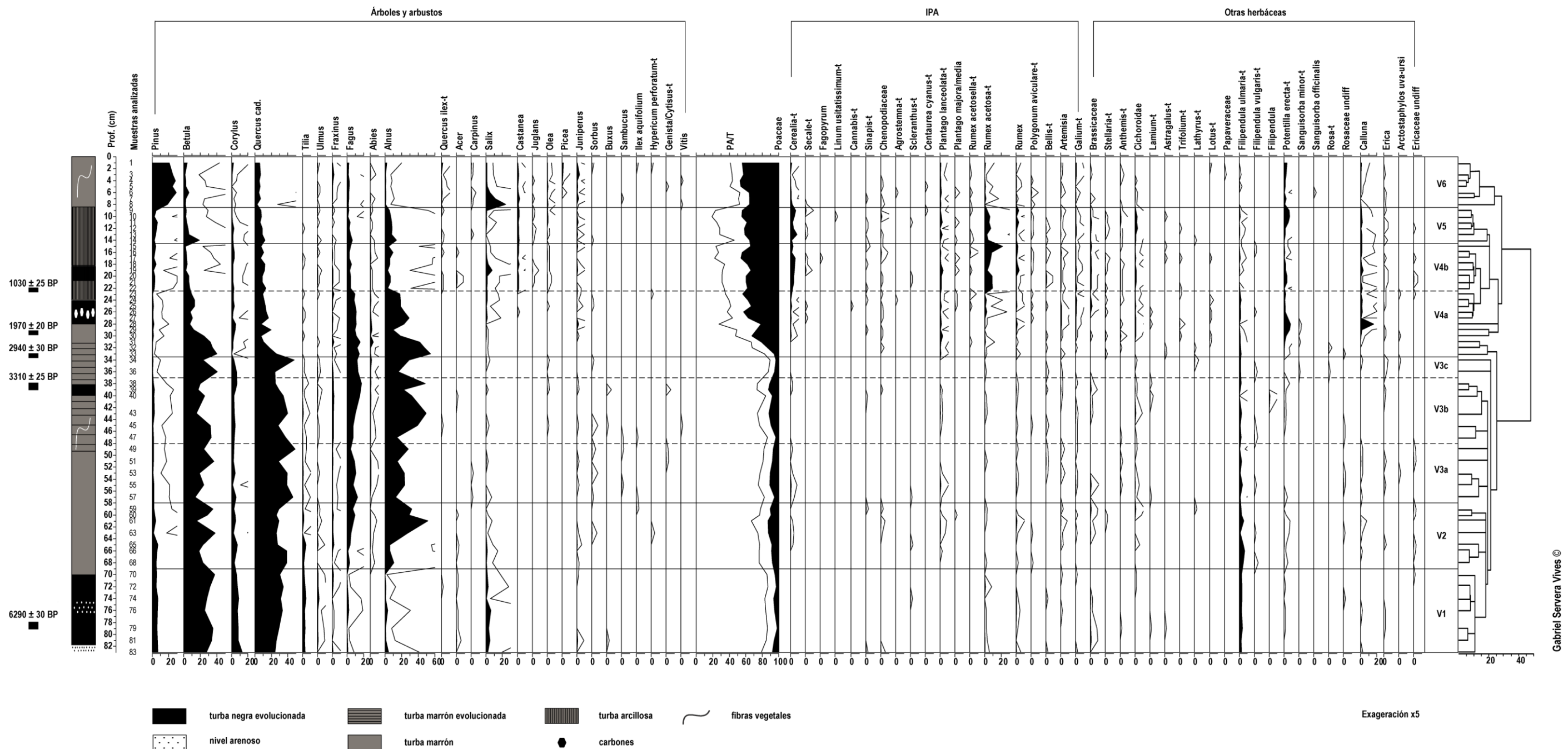
A.18- Diagrama simplificado de concentración polínica de Laubies con escala de profundidad.

LES LAUBIES (1280 m snm)



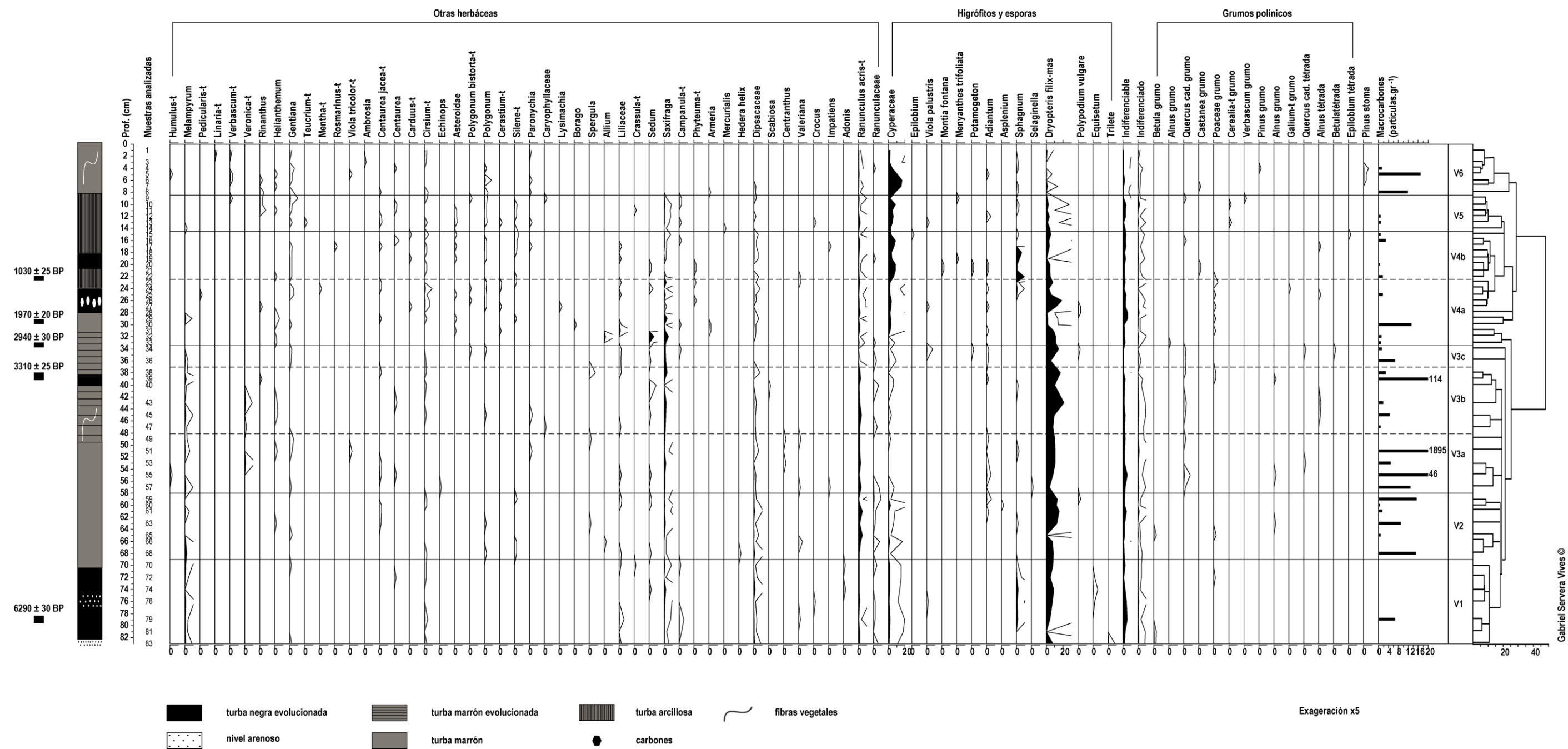
A.19- Diagrama porcentual de MNP de Font Bernard con escala de profundidad.

LE VEYSSIÈRE (1150 m snm)



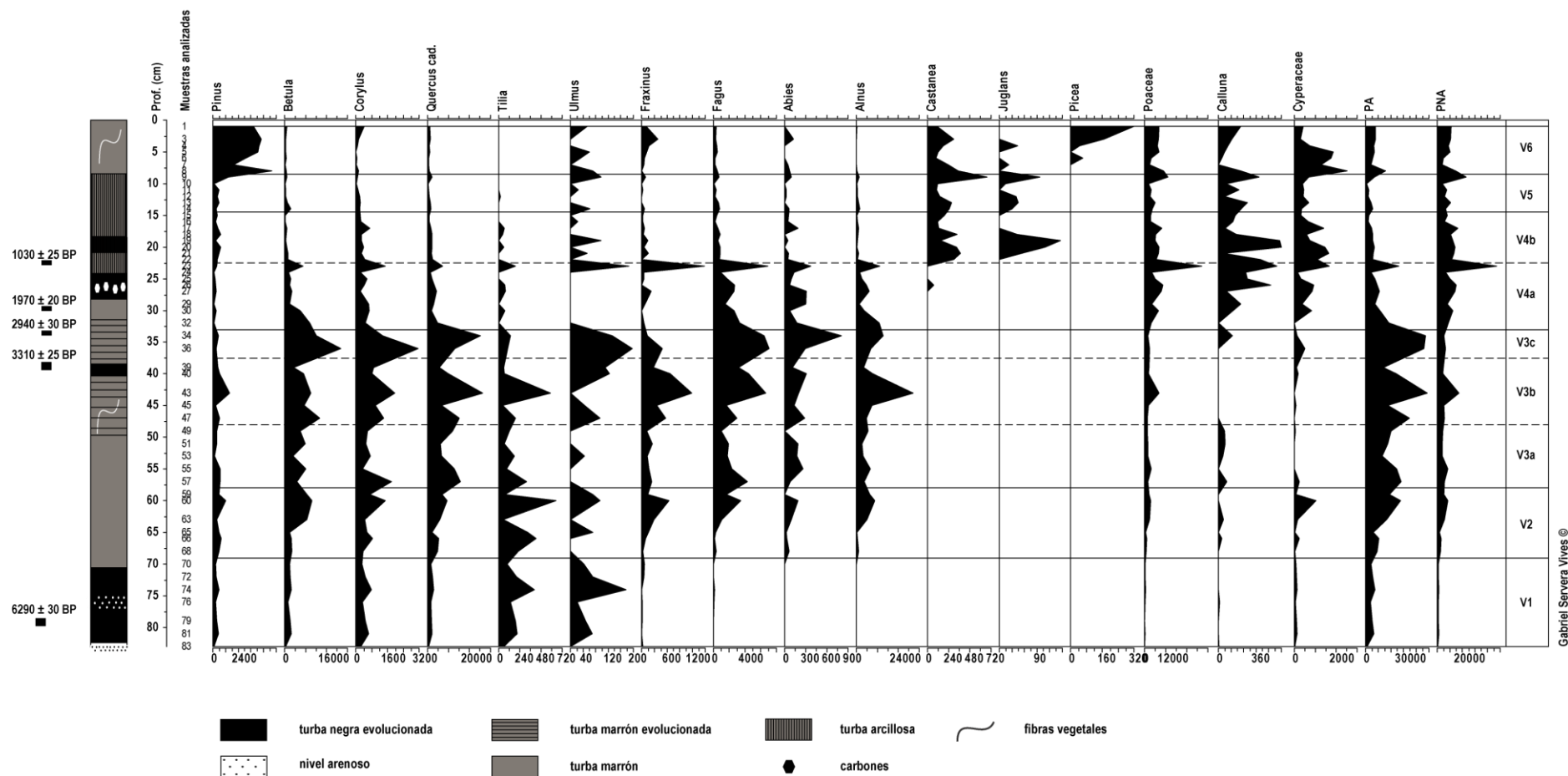
A.20- Diagrama polínico porcentual de taxones arbóreos, arbustivos y herbáceos de Veyssièrre con escala de profundidad.

LE VEYSSIÈRE (1150 m snm)



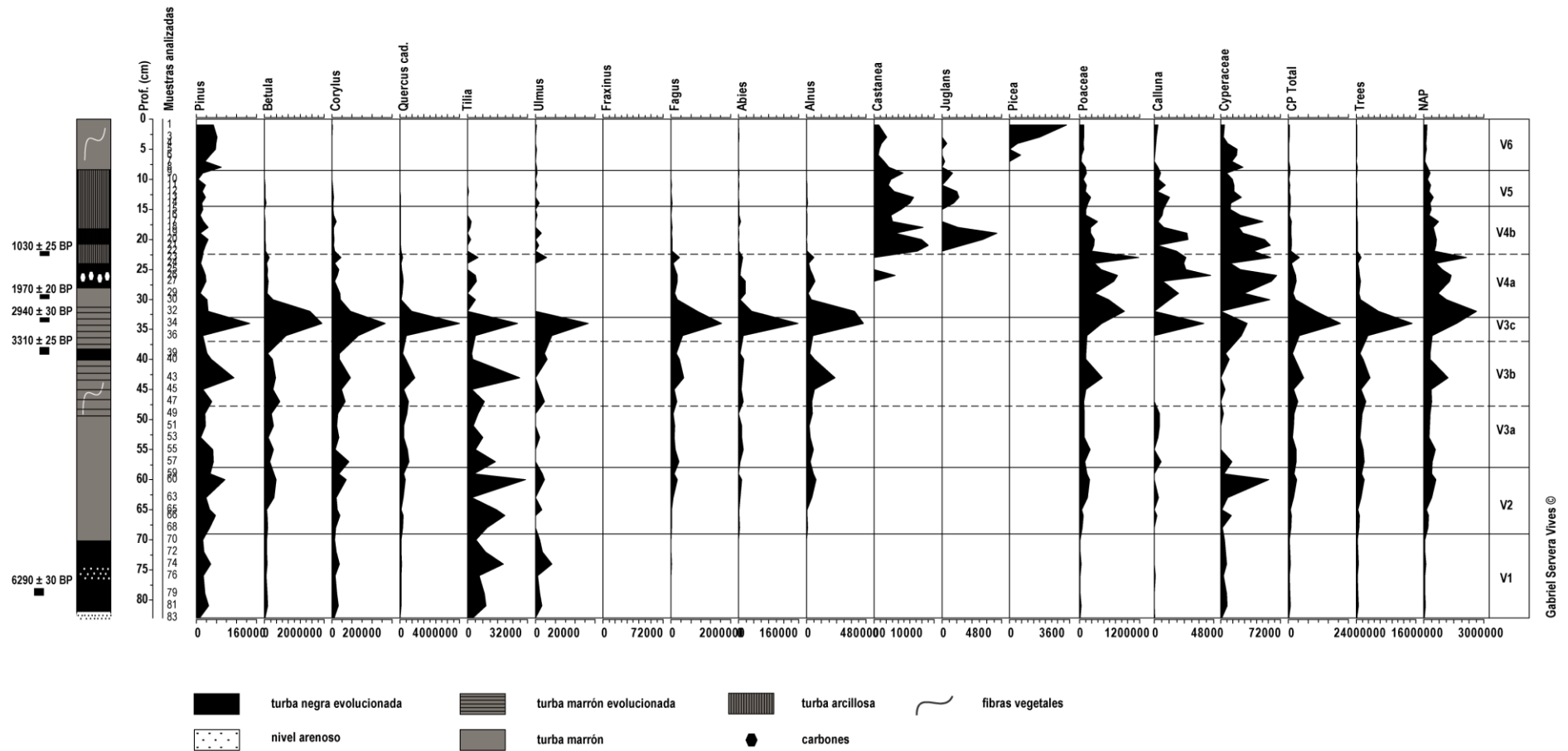
A.21- Diagrama polínico porcentual de taxones herbáceos, higrófitos, esporas, grupos polínicos y macrocarbones de Veyssière con escala de profundidad.

## LE VEYSSIÈRE (1150 m snm)



A.22- Diagrama simplificado de *pollen influx* de Veyssière con escala de profundidad.

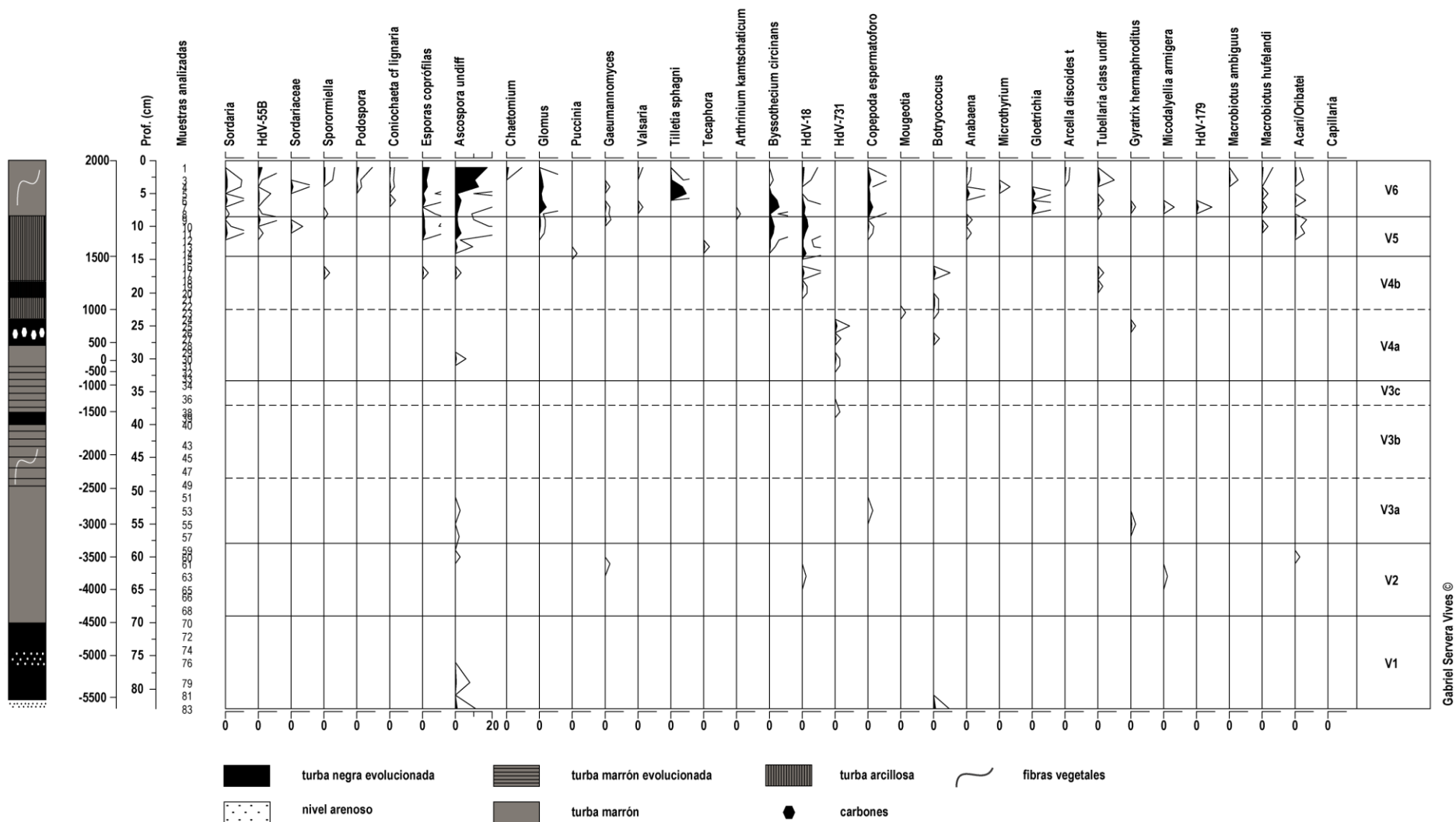
## LE VEYSSIÈRE (1150 m snm)



A.23- Diagrama simplificado de concentración polínica de Veyssière con escala de profundidad.

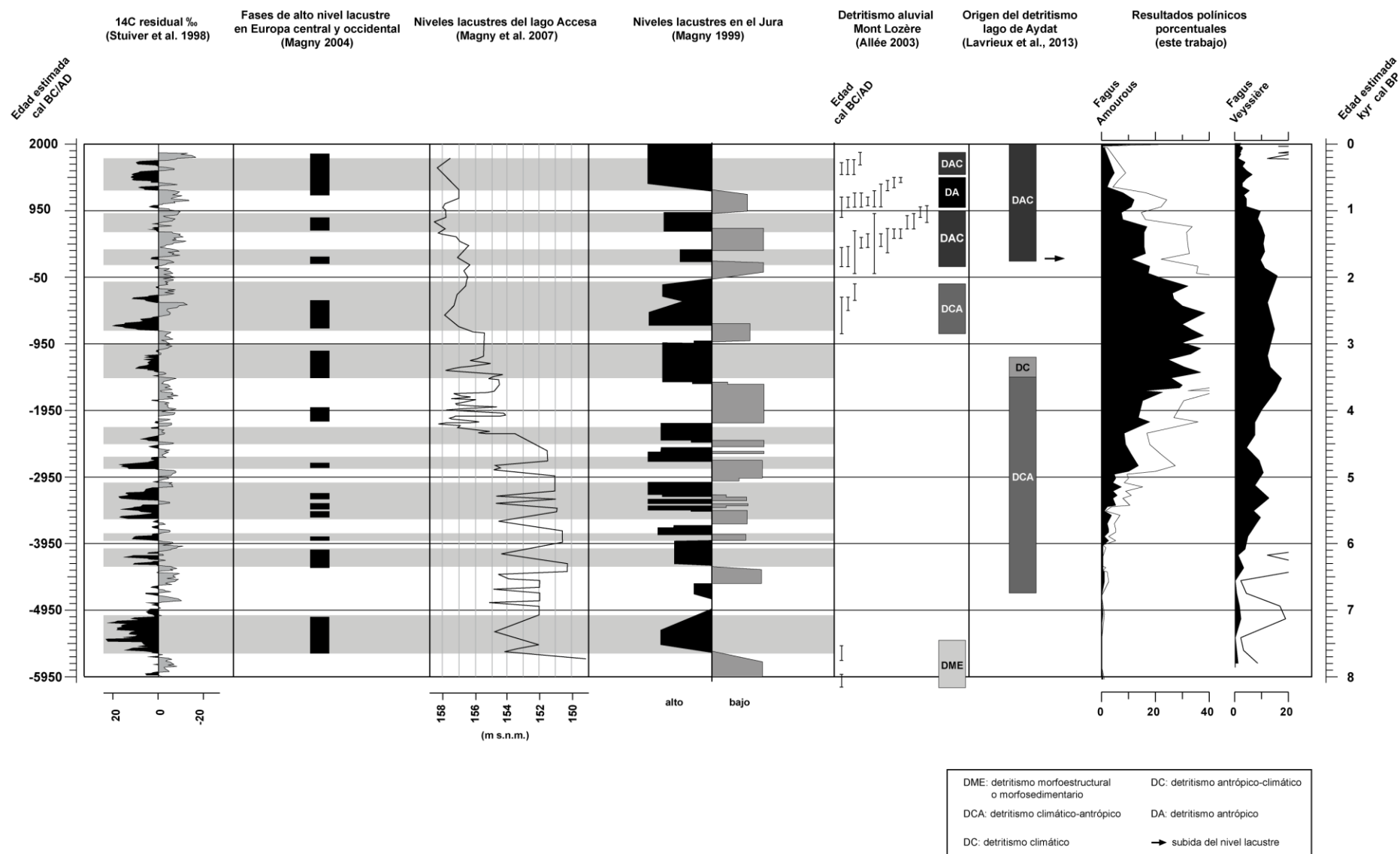


# LE VEYSSIÈRE (1150 m snm)



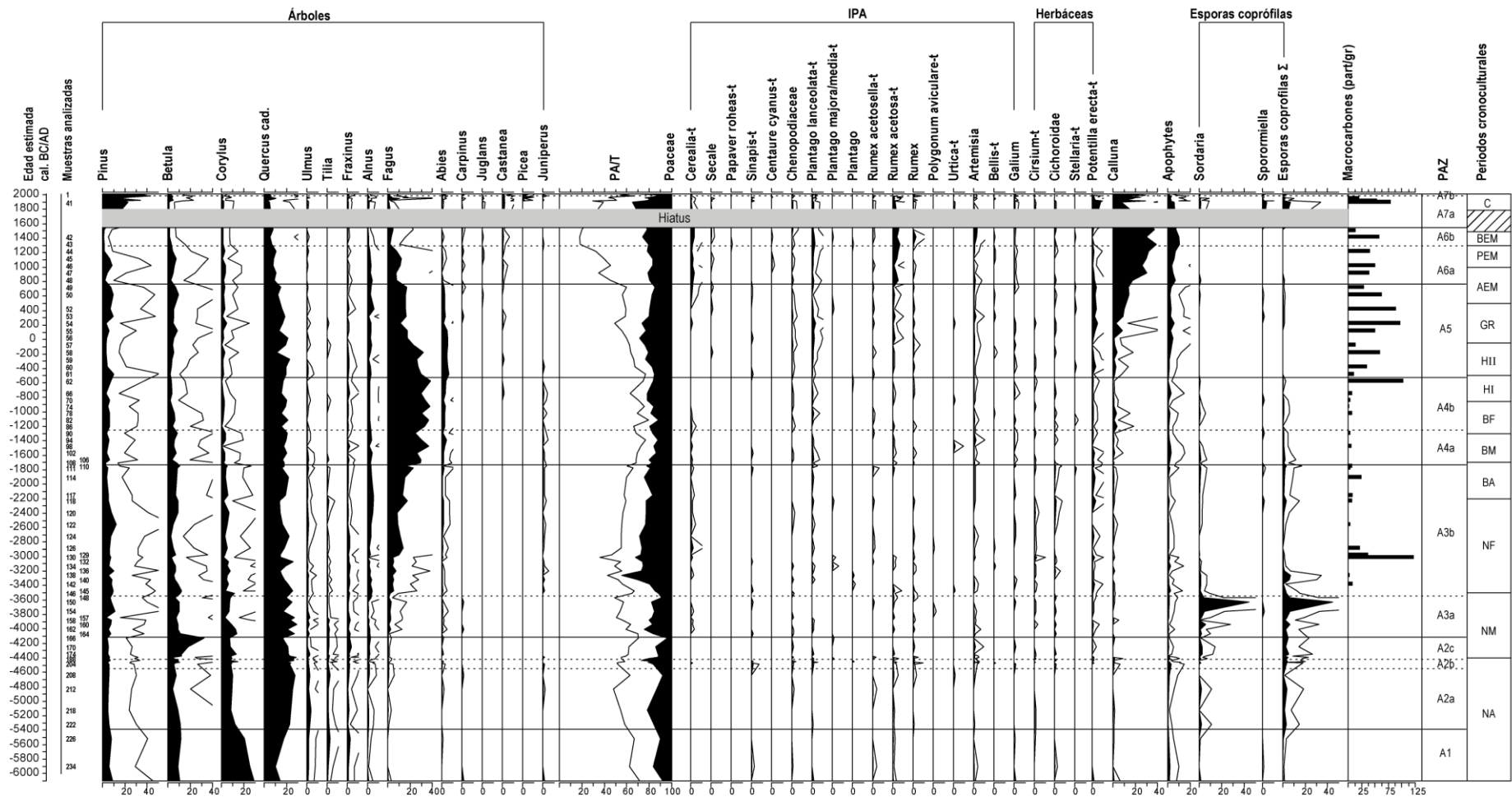
A. 24- Diagrama porcentual de MNP de Veyssière con escala de profundidad.



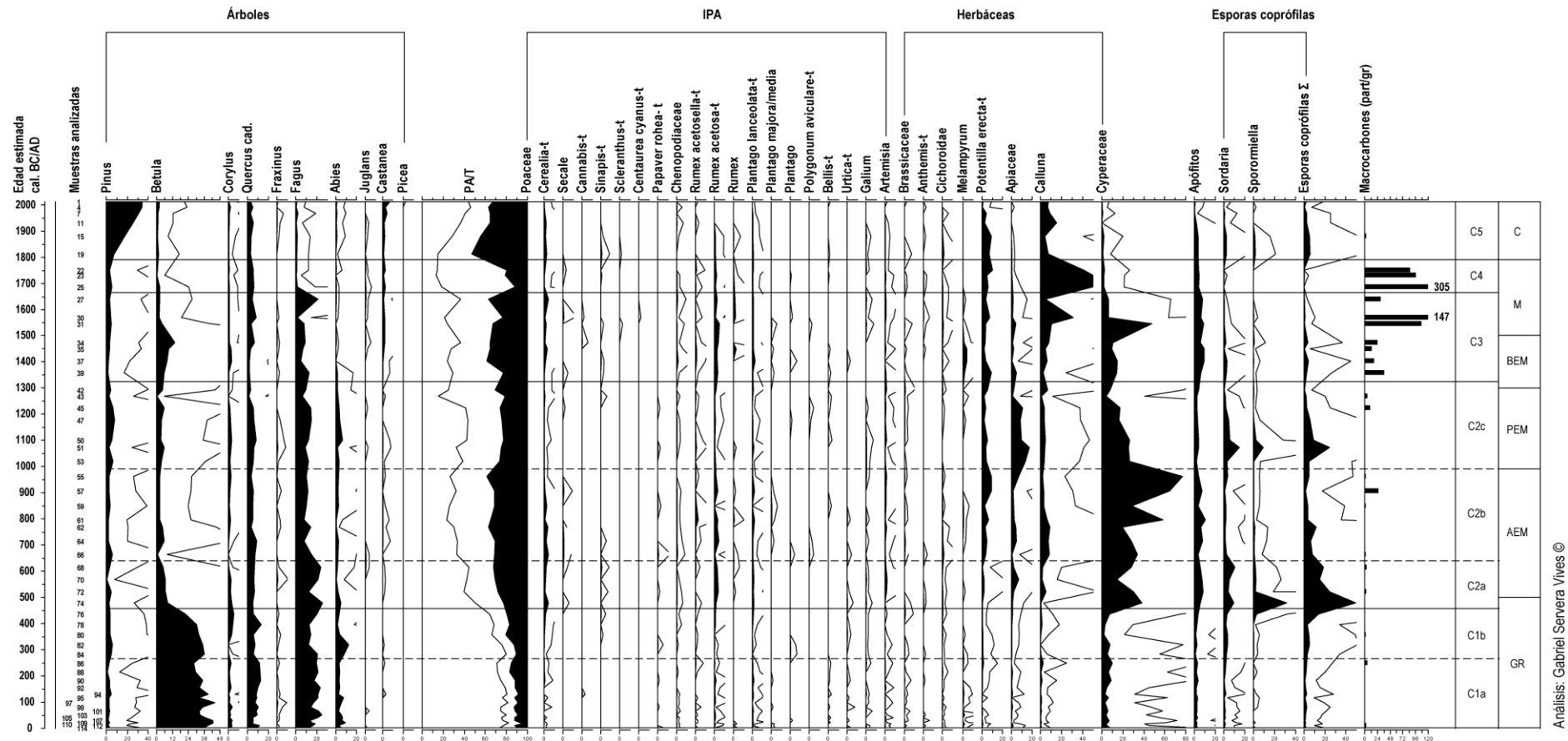


A.25- Integración de series climáticas a escala hemisférica ( $^{14}\text{C}$  atmosférico residual) y de Europa Central y Occidental, detritismo en el Mont Lozère y en el Lago de Aydat y la curva porcentual de *Fagus* en las secuencias de Amourous y Veyssiére.

AMOUROUS (1550 m s.n.m.)

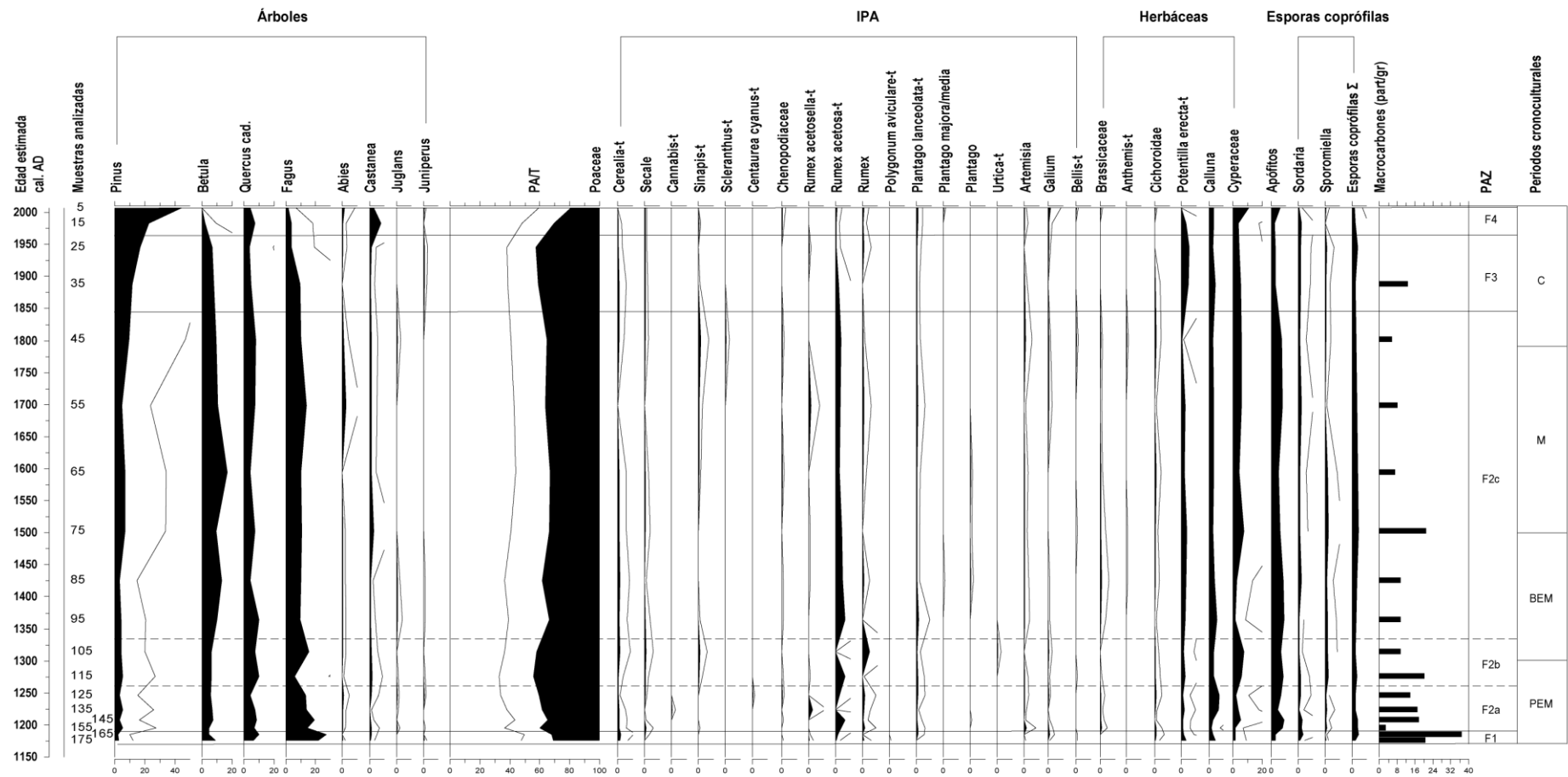


COUNTRASTS (1400 m s.n.m.)



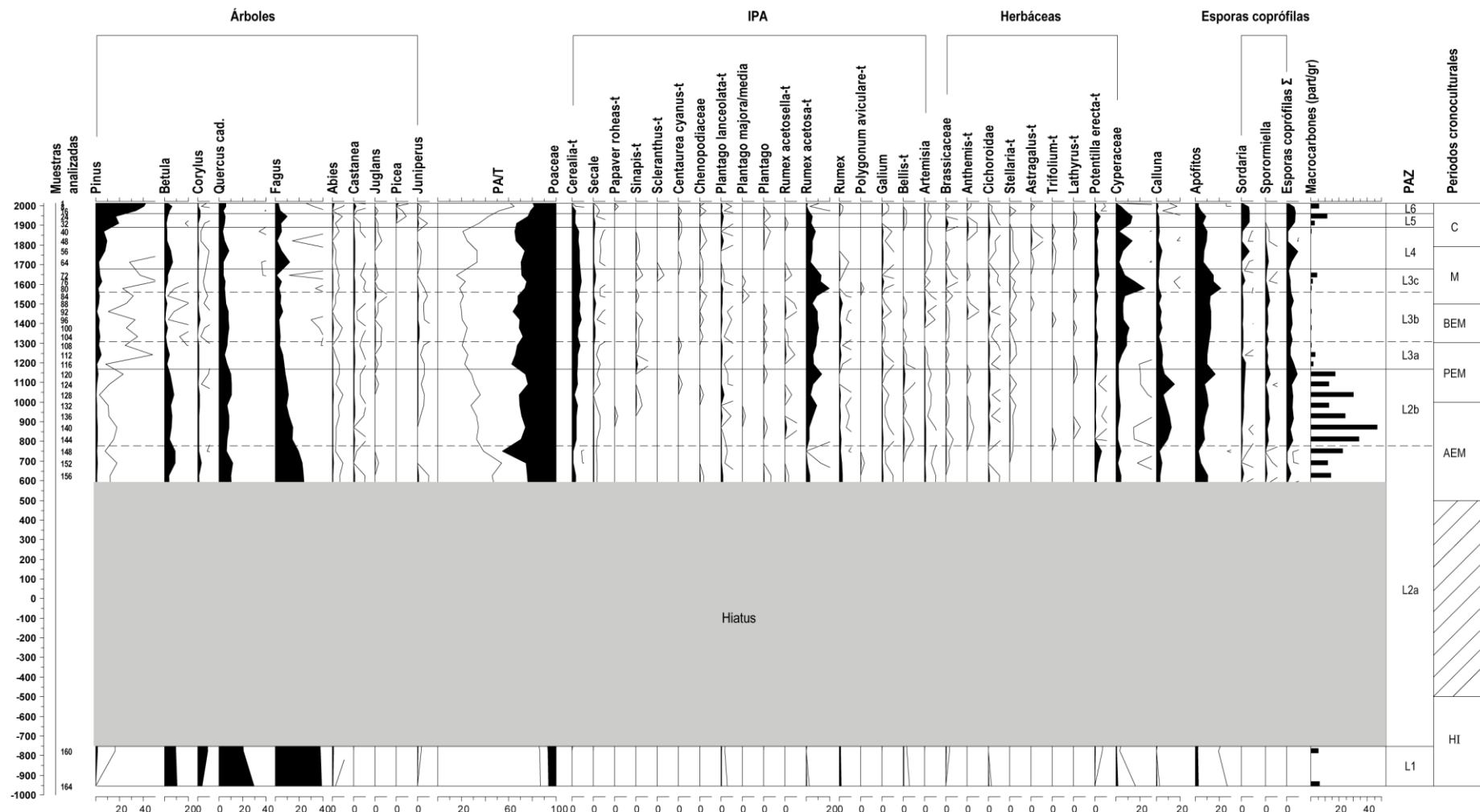
A.27- Diagrama simplificado de Countrasts con los principales resultados de polen, MNP y macrocarbones, con escala temporal.

FONT BERNARD (1350 m s.n.m.)

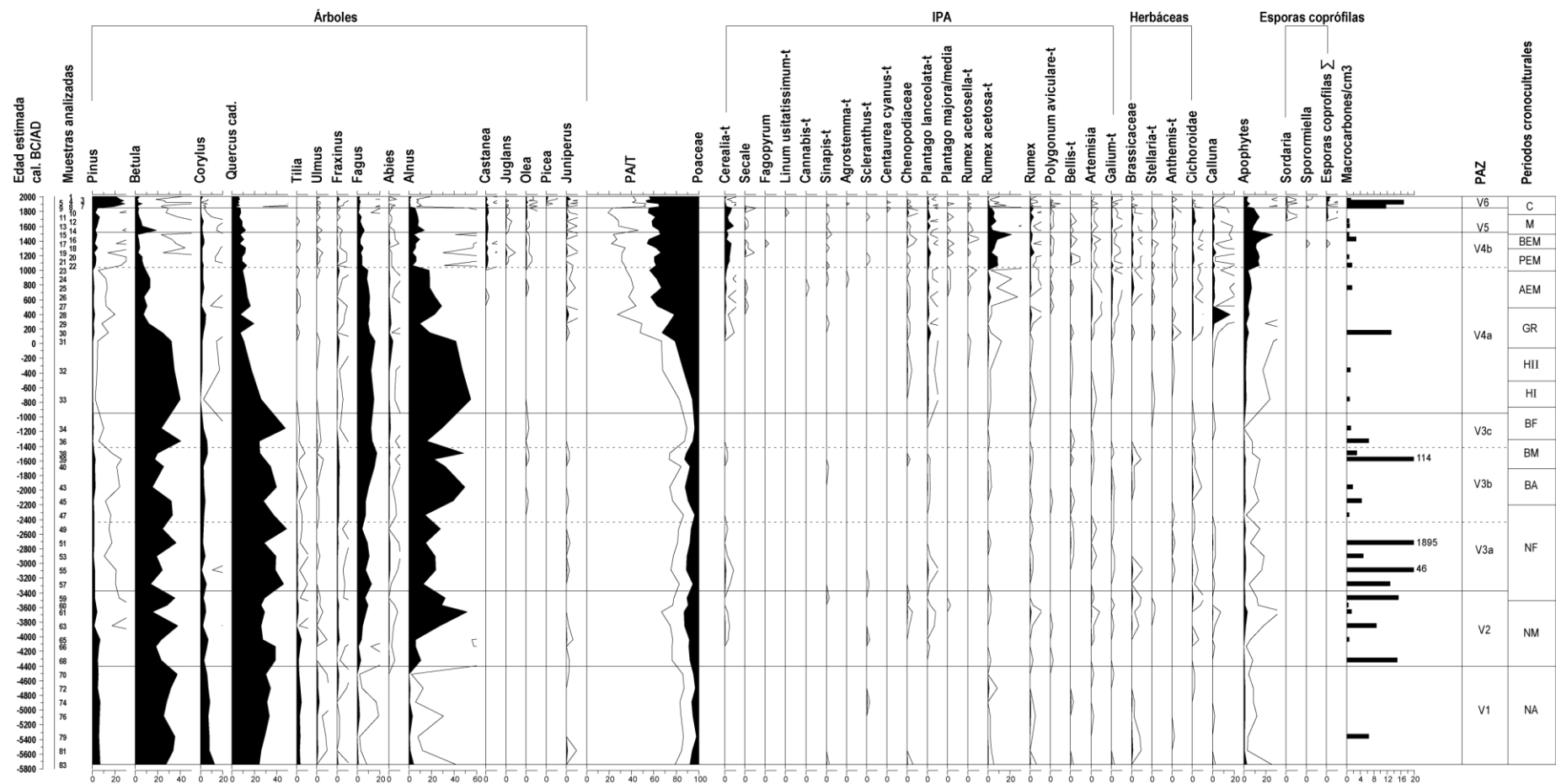


A.28- Diagrama simplificado de Font Bernard con los principales resultados de polen, MNP y macrocarbones, con escala temporal.

LES LAUBIES (1280 m s.n.m.)

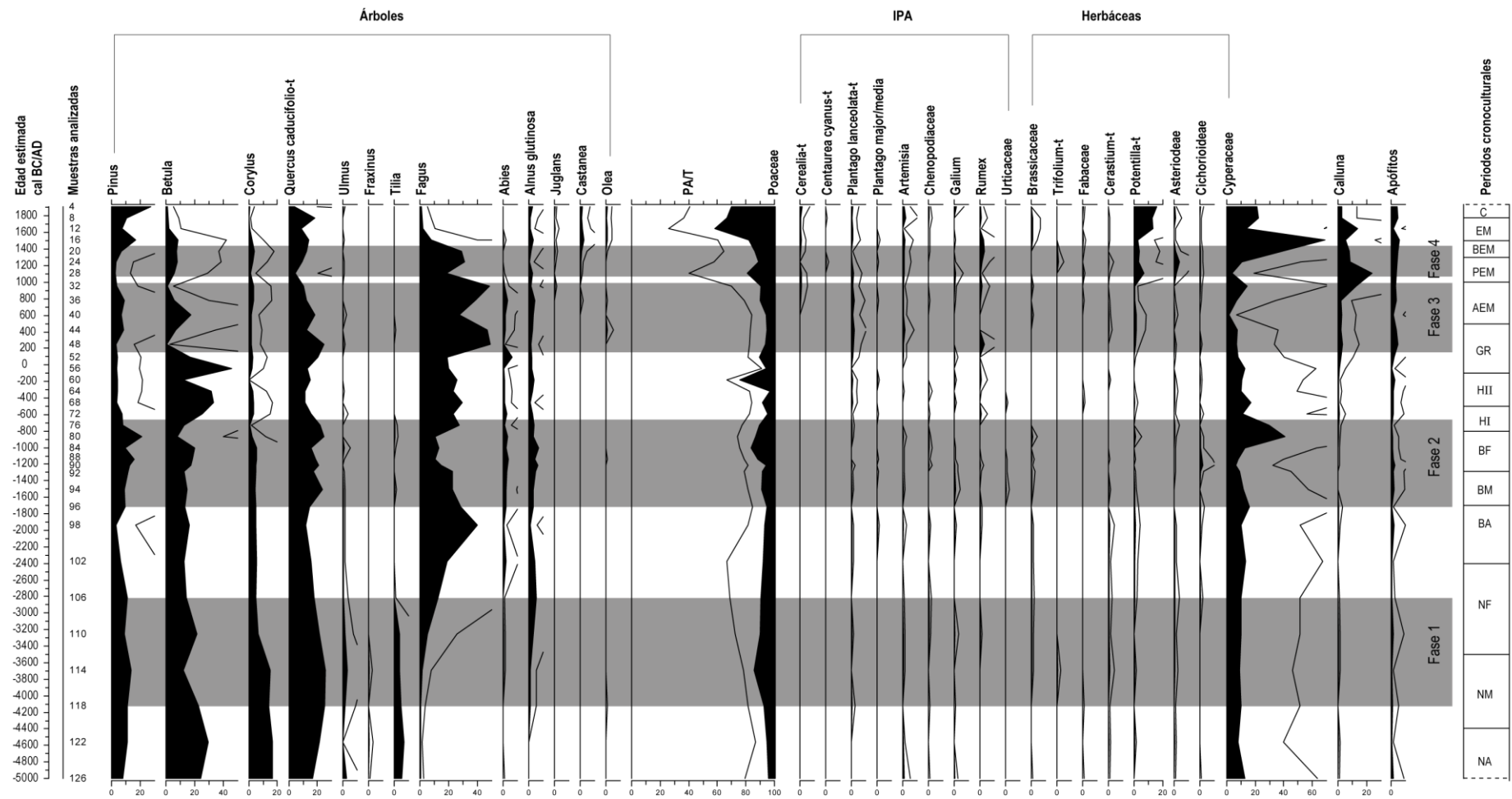


VEYSSIÈRE (1550 m s.n.m.)



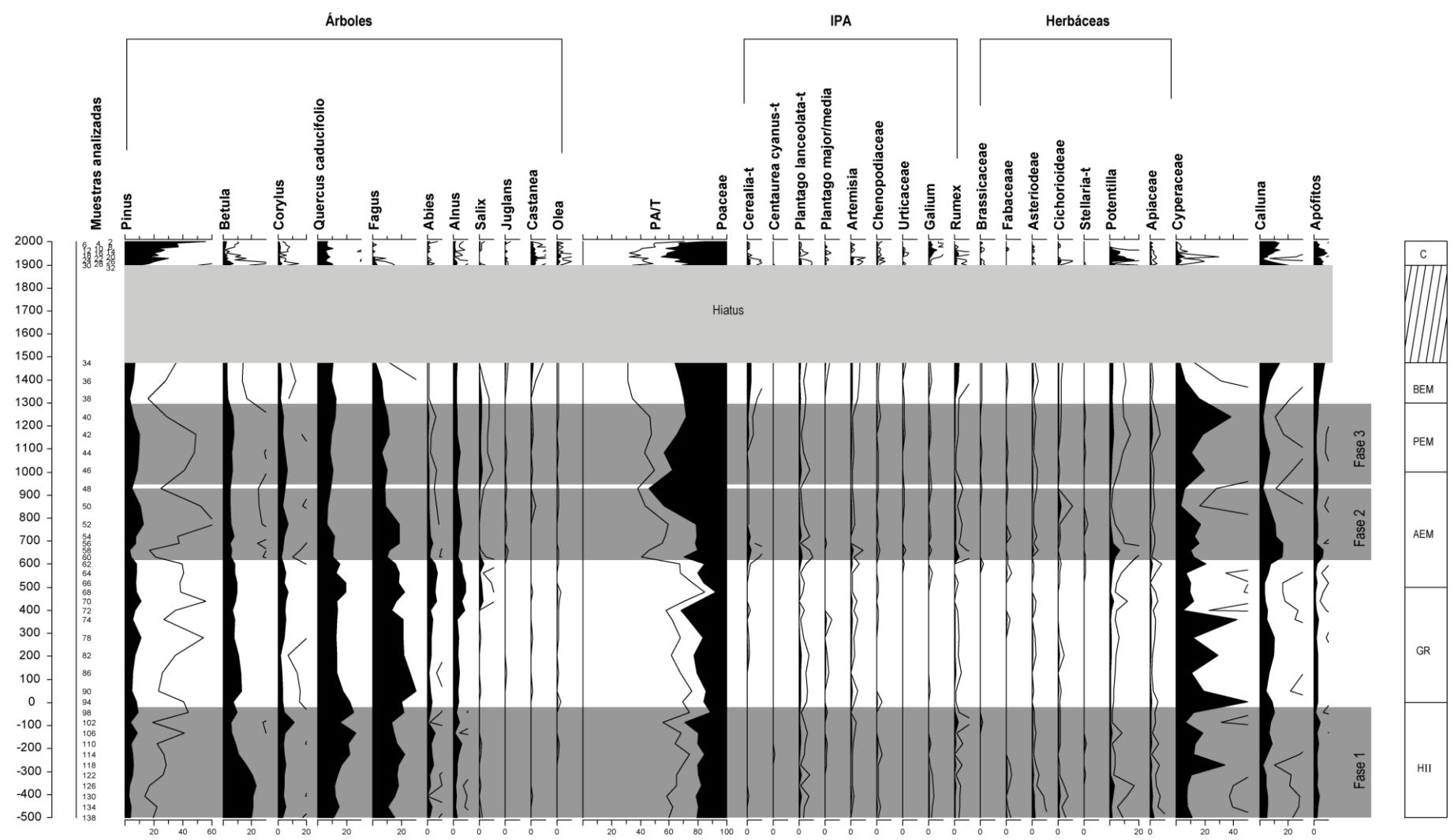
A.30- Diagrama simplificado de Veyssière con los principales resultados de polen, MNP y macrocarbones, con escala temporal.

PESCHIO (1370 m s.n.m.)



A.31- Diagrama polínico simplificado de Peschio con escala temporal. En gris oscuro se indican las principales fases de antropización discutidas.

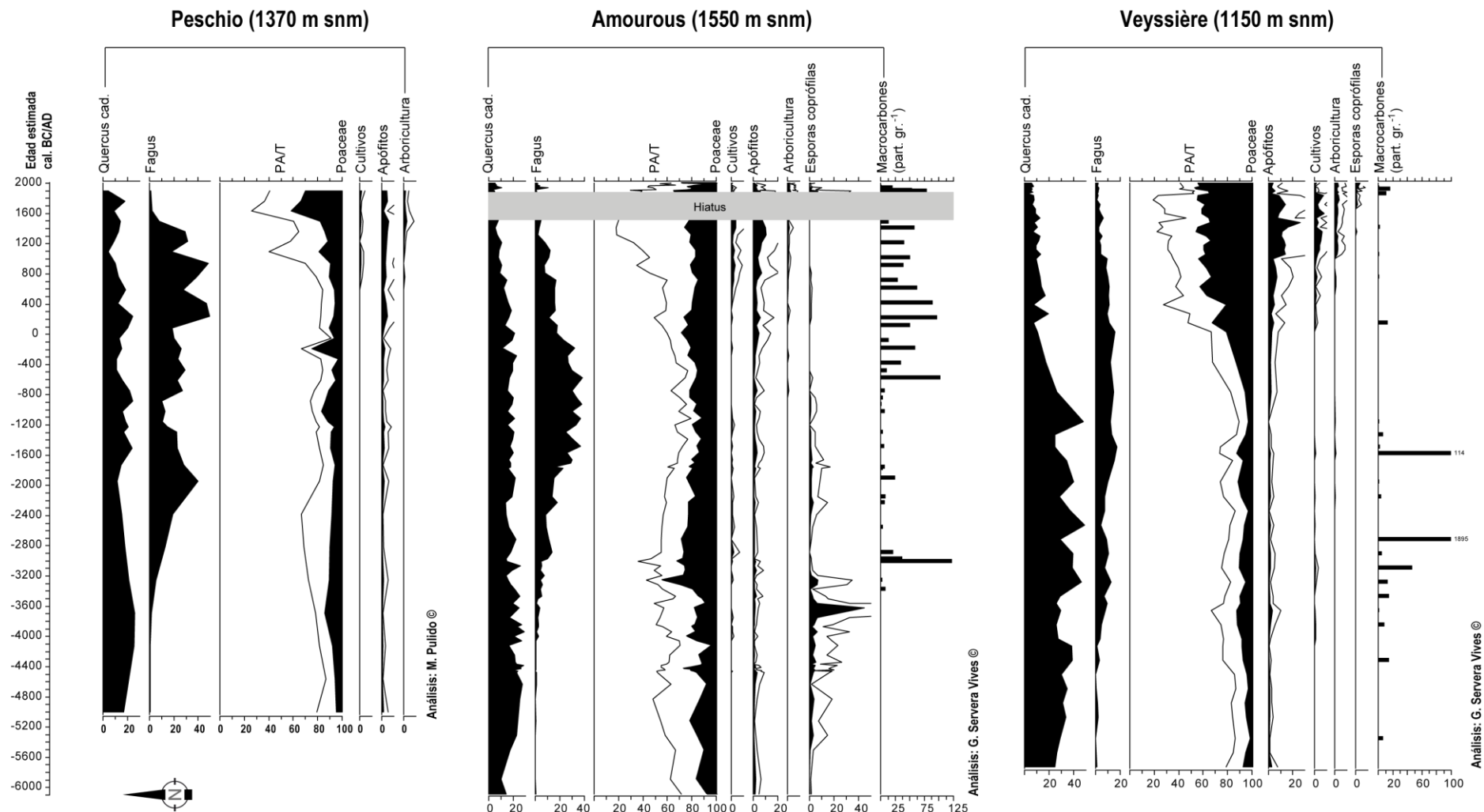
NARSES MORTES (1400 m s.n.m.)



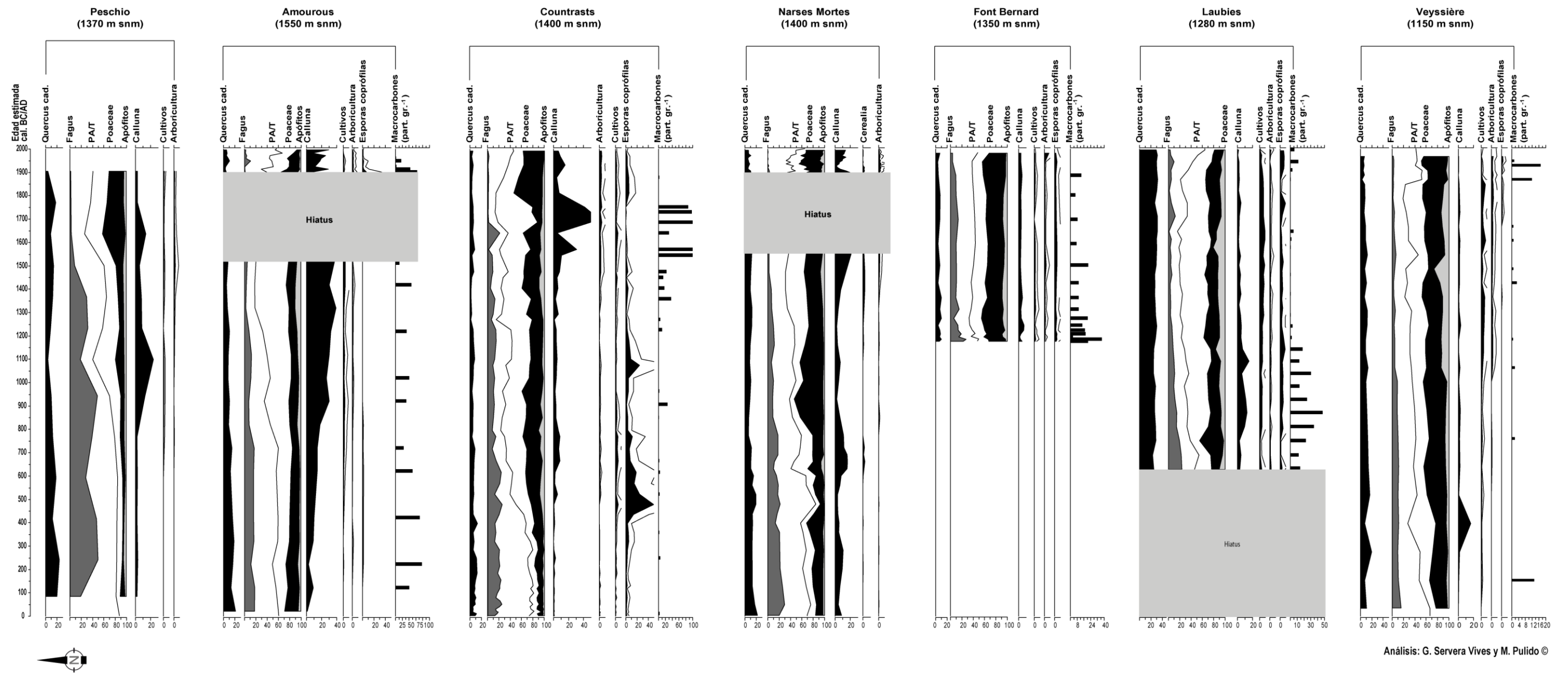
Análisis: Maria Pulido ©

A.32- Diagrama polínico simplificado de Narses Mortes con escala temporal. En gris oscuro se indican las principales fases de antropización discutidas.





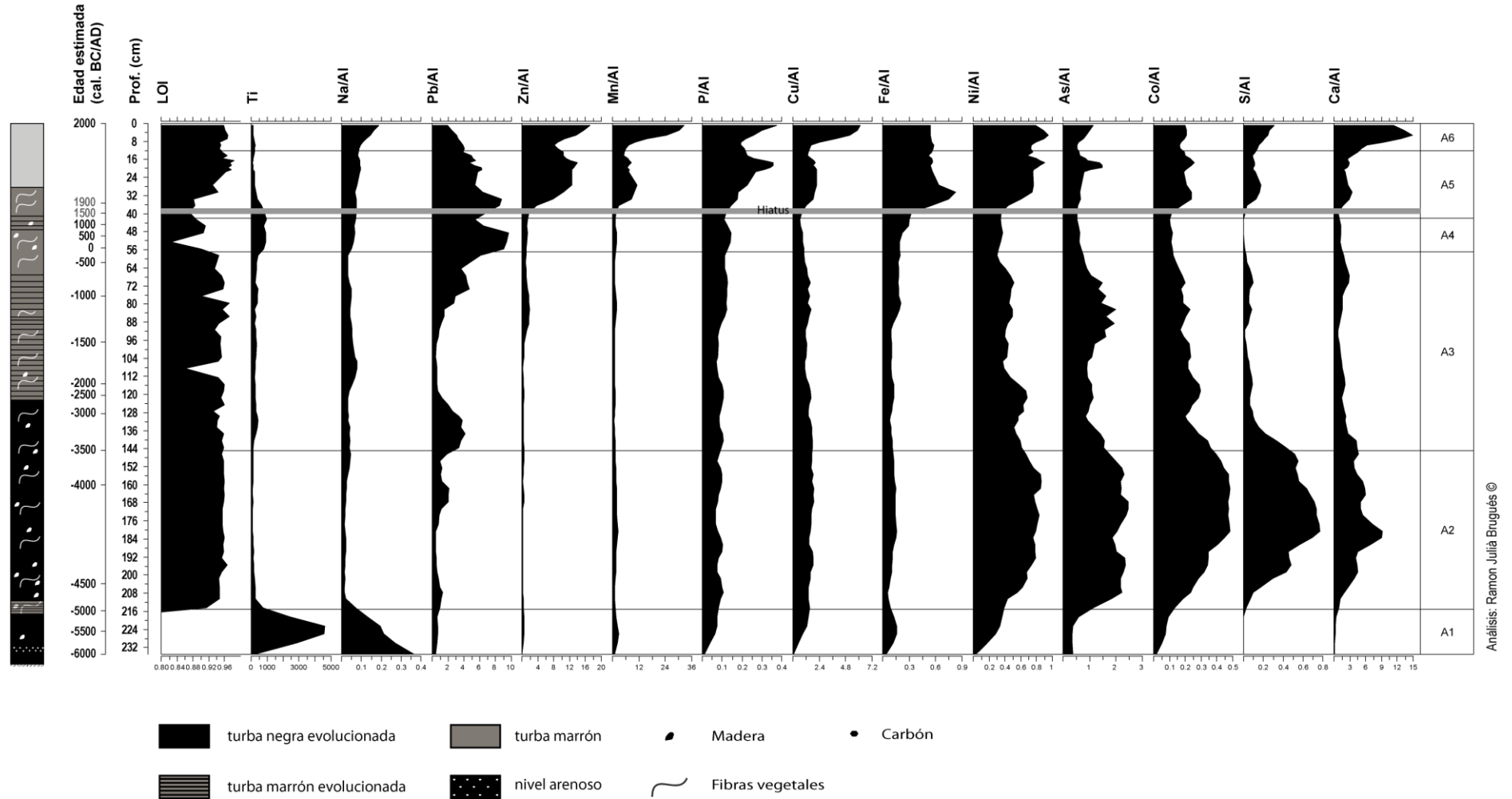
A.33- Diagramas sintéticos con escala temporal de las secuencias de Peschio, Amourous y Veyssière



Análisis: G. Servera Vives y M. Pulido ©

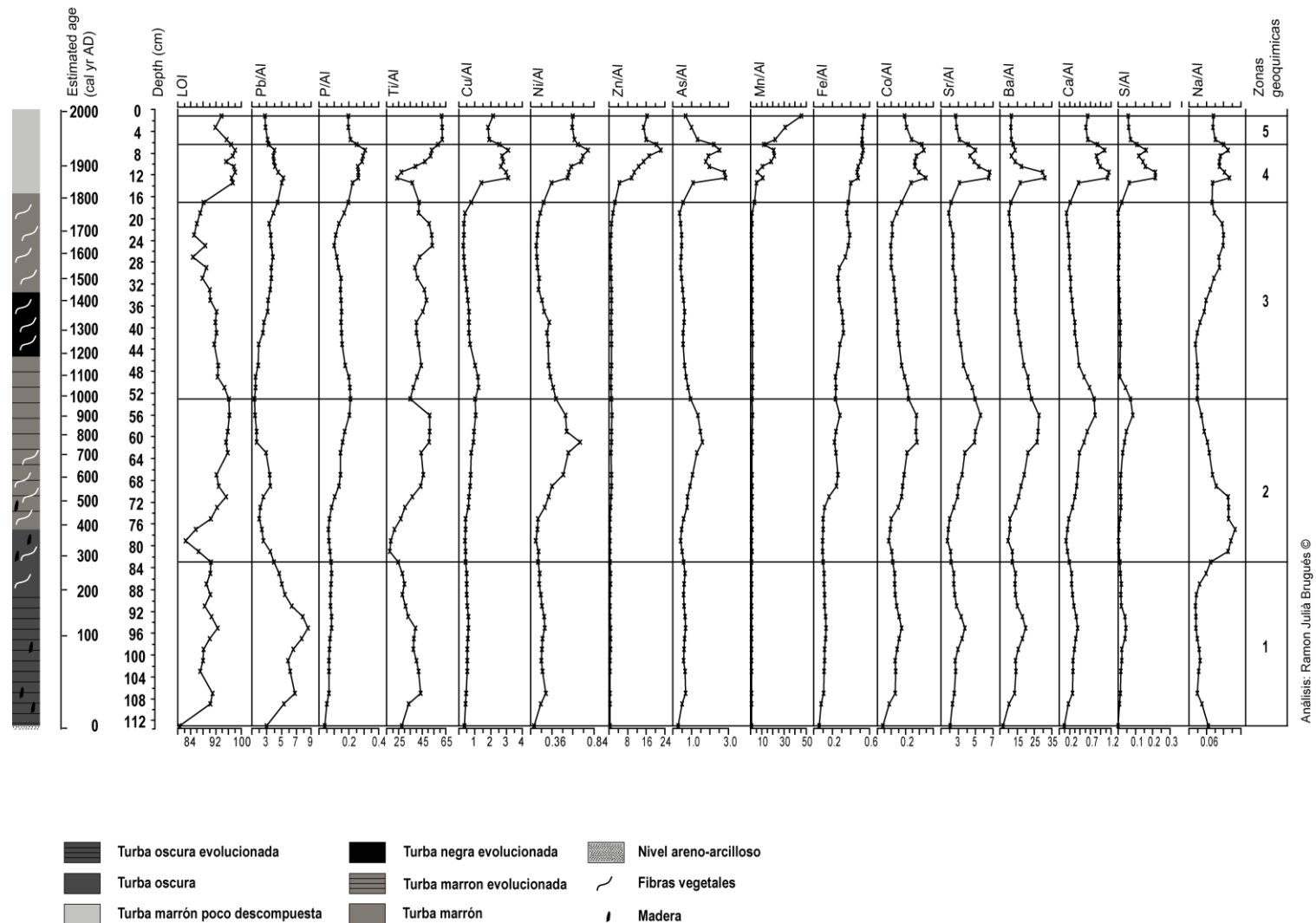
A.34- Diagramas sintéticos con escala temporal correspondiente a los últimos 2000 años, de las secuencias de Peschio, Amourous, Countrasts, Narses Mortes, Font Bernard, Laubies y Veyssiére.

# AMOUROUS (1550 m s.n.m.)

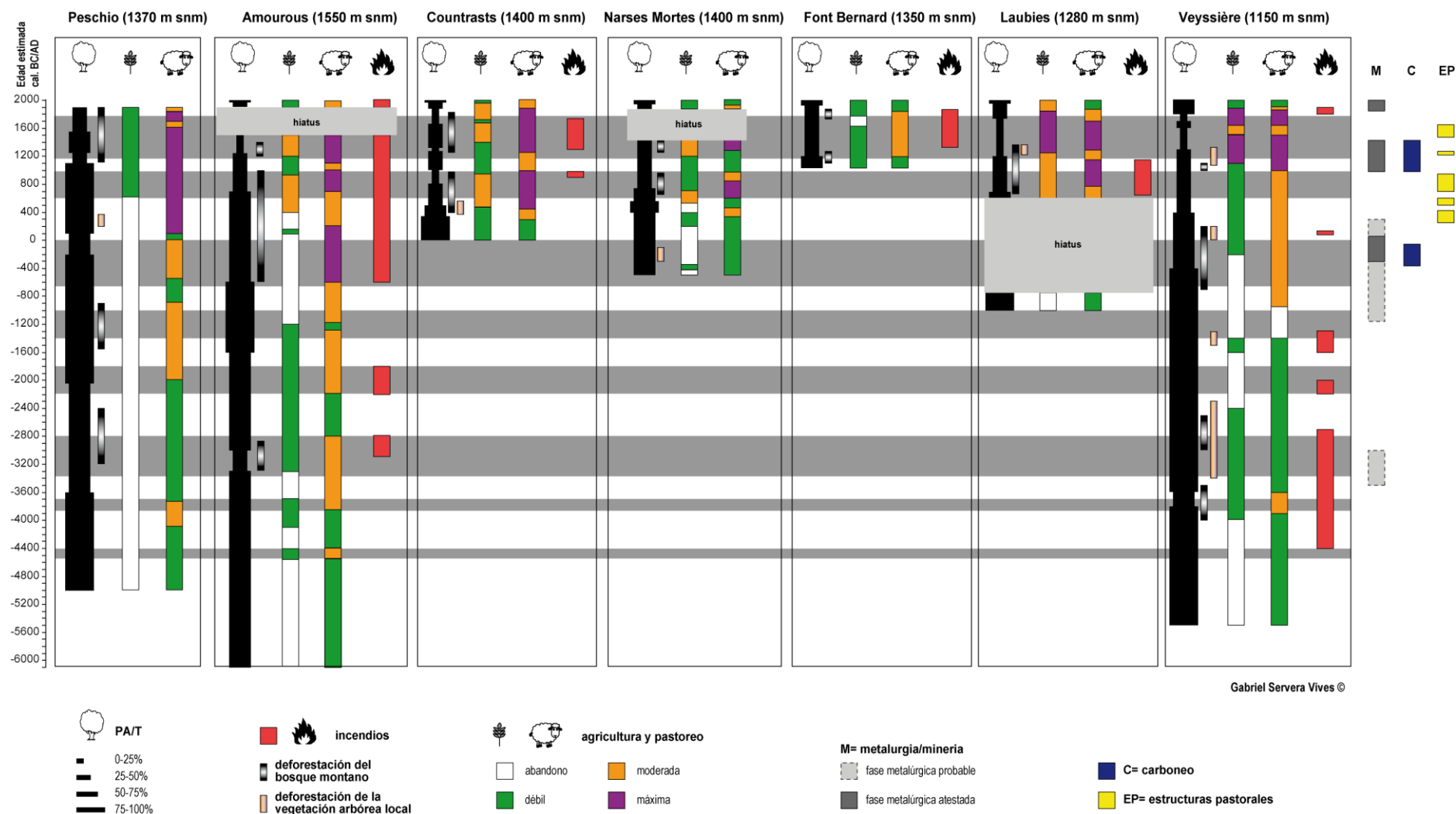


A.35- Diagrama de los resultados geoquímicos de la secuencia de Amourous. Estudio realizado por el Dr. Ramon Julià Brugués.

COUNTRASTS (1400 m s.n.m.)



A.36- Diagrama de los resultados geoquímicos de la secuencia de Countrasts. Estudio realizado por el Dr. Ramon Julià Brugués y publicado en Servera Vives *et al.*, 2013.



Gabriel Servera Vives ©

A.37- Síntesis interpretativa de los usos del suelo y las dinámicas de antropización en el Mont Lozère durante los últimos 8000 años. Las bandas grises horizontales corresponden a las principales fases de antropización.